ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十四卷 第 三 期

目 次

利用稻作均度試驗資料估計最適試區大小及重複
次數 ……………………………………………………………呂椿棠 呂秀英 曾東海…229
利用自交系檢定親鑑別玉米雜種優勢模式 …………………………何千里 盧煌勝…242
玉米核酸逢機增殖多型性（RAPD）遺傳歧異分析
系統之建立 ……………………………………………………陳 述 胡凱康…251
不同海拔與採收期對本省柴胡性狀、產量
與成分之影響 ……………………………劉新裕 王昭月 劉慧瑛 宋麗梅…258
臺灣金線連之組織培養Ⅰ.改進種子萌芽率
之研究 ……………………………………蕭翌柱 陳威臣 呂佳宜 蔡新聲…279
「台農13號」鳳梨 ………………………………………………………………張清勤…287
雞糞—鋸木屑堆肥微生物相變化之研究 ………………吳繼光 劉燕雪 簡宜裕…297
電阻式稻穀水份計性能之檢測 …………………………………陳加忠 曹之祖…313
果樹樹型整修機械田間試驗及改良 ……………………陸龍虎 梁連勝 鄧永興…335
臺灣常見之有害薊馬種類鑑定 ……………………王清玲 Laurence A .Mound…344
臺灣小繭蜂科（膜翅目）之分類
Ⅵ. 喜悅繭蜂亞科、滑胸繭蜂亞科及刀腹繭蜂亞科(英文)……周樑鎰 許洞慶…357

中華民國八十四年九月
臺 灣 省 農 業 試 驗 所 出 版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：229～241（1995）

利用稻作均度試驗資料估計最適試區大小及重複次數[1]

呂椿棠　呂秀英　曾東海[2]

摘要：適當地決定田間試驗設計之試區大小及重複次數，可提高試驗處理比較之準確度。試區太小及重複次數太少，試驗結果將不可靠；但倘試區太大及重複次數太多，則會浪費時間及資源。本研究目的在以臺灣省農業試驗所進行之稻作均度試驗，估計最適的試區大小及重複次數。利用摺疊分類之規劃，將均度試驗田區模擬成各種可能的試區大小，並估算不同試區大小的變方估值，根據變方比較法及最大曲度法，依試驗面積及可用資源之限制與否，估計出最適的試區大小在20及100叢之間；並在假設一逢機完全區集設計試驗下，設定不同試區大小、重複次數與處理數之各種組合，利用 Hatheway 法估算各組合的處理平均值間之眞差值，估計出在最適試區大小時的最適重複次數爲 4 次。

關鍵詞：水稻、均度試驗、試區大小、重複次數、土壤異質性指標。

試驗之準確與否，決定於試驗機差（experimental error）之大小，機差愈小，則愈準確，加以費用最少，則效率最高。適當地決定田間試驗設計之試區大小（plot size）及重複次數（replicates number），可減少試驗機差，提高試驗處理比較之準確度（precision）。試區及重複太小，試驗結果將不可靠；但倘試區及重複太多，則會浪費時間及資源。而在固定試驗材料數量及有限試驗面積之場合下，試區大小及重複次數之增減有相互消長之直接關係[(3)]。要決定試區大小及重複次數，必須事先瞭解該試驗用地的土壤肥力差異狀況。在國際稻米研究中心（IRRI），研究人員進行試驗前都會根據田區之土壤肥力分布型態來決定試區之大小，並依所要求之準確度來決定重複次數，以確保試驗之準確度及節省試驗資源[(5)]。

Smith[(13)]最早利用均度試驗（uniformity trial）求算各種田區之土壤異質性指標（soil heterogeneity index, b）：低 b 值，表示存在有因土壤、病害等造成之強烈的收量變異傾向；倘 b 值高，大約是逢機的土壤變異型態，但是從極端均質（b＝1）到極端異質（b＞1，即鄰近小區高度負相關）的區域均有可能[(4)]。均度試驗係在某一試驗地點栽植單一作物品種並儘可能施以一致之栽培管理的試驗，其除了原有土壤異質性外，所有變因均保持固定。因此均度試驗，又名空白試驗（blank test）。利用不同的生產測量值，如粒重，可將均度試驗的栽植區劃分成尺寸大小相同的小單位（基本單位，basic unit），以這些基本單位間收量之差異來作爲地區土壤異質性的測度，如此不僅該田區內各處之肥瘠變異及傾向均可瞭然，且最適當之行長、試區大小及形狀、重複次數都可按收穫之小段任意合併來決定。雖然此法則缺乏理論基礎，且理論上甚難模式化，必須預先研究又耗時費力，但

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1795 號。
2. 本所農藝系助理、副研究員與助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

其適用性仍可獲肯定，故一直被延用著[2,7,8,10,11,14,15]。呂[2]指出，該法在使用上應該以產量作爲測量性狀，則所估得之 b 值將不致因爲期作及小區形狀效應不同而異，同時用以分析的基本單位宜選擇儘可能面積最小的小區，但要避免小區內植株個體間本身差異太大或可能缺區之影響。另外，均度試驗田區大小形狀不同，對 b 值之估計亦有影響，小區太小，容易受到鄰近植株邊際效應之影響，而呈高度負相關之 b>1 的極端異質狀態；隨著試驗田區面積增大至邊際效應已顯得不重要時，b 值始可趨於穩定；但田區過大，均度試驗所需成本也愈高，故均度試驗之田區大小至少應含有100個以上的基本單位，且田區形狀應儘可能接近於正方形[1]。

本研究於1991～1994年在臺灣省農業試驗所田區進行各兩年四期作之稉、秈稻均度試驗，以稻穀產量爲分析性狀，採用 Smith 之分析方法，估計該地點試驗田區之土壤異質性指標（b），並利用摺疊分類（hierarchical classification）之規劃，將均度試驗田區模擬成各種試區大小，根據所估得之 b 值，估算所模擬出之不同試區大小的變方估值，以決定最適的試區大小，然後在假設一逢機完全區集設計（randomized complete block design，RCBD）試驗下，設定不同處理數與重複次數之各種組合，並且在第一型錯誤率及第二型錯誤率固定下，計算各組合的處理平均眞差值之最小可能性，以決定出最適的重複次數。如此，在兼顧試驗材料變異性、土壤異質性及試驗準確度下，可探明稻作試驗田區之試區大小及重複次數的選擇問題。

材料與方法

一、試驗材料

以臺農67號及臺中秈10號爲稉、秈稻之參試品種，分別於1991～1994年假臺灣省農業試驗所同一試驗田區進行各兩年四期作的均度試驗，劃定邊長約 6.4m×5.6m 大區，全區共植20行，每行40叢，每叢 4～5 支苗（多本植），按一般產量試驗採行株距 28cm×16cm 栽培，四周再植適當數量之保護行以免受邊際效應影響，本試區土質屬坋質壤土，pH 值約 4.7～5.5；基肥施用39號複合肥料40 kg/0.1ha，追肥每次施用硫酸銨20kg/0.1ha，第一次追肥在挿秧後10～14天施用，第二次在第一次後約二週，第三次約在第二次後二週，最後一次則在幼穗分化期（幼穗長約 2 mm）施用，第二期作因初期生育較快故少施一次；病蟲害防治於分蘗中期行葉害蟲防治，分蘗盛期則進行螟蟲防治，以免因生長不正常或缺株影響試驗結果，倘有此現象，則予以標記。本試驗進行前及進行中試區周圍皆爲 F2 集團之試驗，未曾進行產量或肥效試驗。針對全部材料，全區以單叢爲單位，並依序編成號碼，分別調查稻穀產量（稔實粒重，以 g 單位記載）。

二、統計方法

㈠以 Smith 公式估算均度試驗的土壤異質性指標（b）

呂[2]指出，均度試驗以最小之1×1（單叢）爲基本單位，可偵測出最細微的土壤差異，理論上可獲最準確之結果，但要避免小區內植株個體間本身差異太大或可能缺區之影響，可選擇二叢以上的基本單位，而如果面積相等但方向不同之單位小區間存在有行差異，則以形狀較狹窄者爲佳。故本研究將全區20行×40叢之試驗田，各以1×1叢及2×1叢爲基本單位，由縱橫相連之基本單位，合併模擬成各種不同大小及形狀之試驗小區。對所建立的每一種不同大小及形狀的小區，各計算其 x 個基本單位的單位面積平均變方（V_x），而利用 Smith[13]之計算公式估計均度試驗的土壤異質性指標（b）如下：

$$V_x = V_1 / x^b \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{〔1〕}$$

式中 V_1：基本單位小區的收量變方；

V_x：小區大小爲 x 單位之單位面積的收量變方；

b ：土壤異質性指標，可視爲小區間的相似程度，一般 $0 \leqq b \leqq 1$，鄰近小區高度正相關，b 近於0，反之無相關，b＝1。

b 值低，表示存在有因土壤、病害等造成之強烈的收量變異傾向，倘 b 值高，大約是逢機的土壤變異型態，但從極端均質（b＝1）到極端異質（b＞1，即鄰近小區高度負相關）的區域均有可能[4]。

利用均度試驗估計土壤異質性指標的分析步驟及各項數值的計算方法，呂[2]曾以1992年第一期作之粳稻均度試驗的稻穀產量分析爲例，有很詳細之說明，可提供參考。

㈡均度試驗以摺疊分類規劃之模擬設計

將全區20行×40叢（6.4m×5.6m）之均度試驗田區，根據摺疊分類法進行規劃如圖1，以模擬成類似於裂區（split-plot）之設計，共劃分爲六層，設計方式有兩種，圖1中設計-I產生叢數各爲200、100、20、10、5、1之六種不同試區大小，圖1中設計-II產生叢數各爲200、100、50、25、5、1之六種不同試區大小，其中兩種設計之試區大小雖同爲100叢，但其形狀則不相同。

㈢最適試區大小之估計

估計上述所模擬出之各種試區大小的平均變方，而可藉由下列兩種不同途徑求得：

1. 利用所模擬的裂區設計之變方分析中求算[15]，假設變方分析之各項變因由主區到最下層副區的自由度及均方依次爲（df_b，MS_b）、（df_p，MS_p）、（df_{sp}，MS_{sp}）、（df_{ssp}，MS_{ssp}）、（df_{sssp}，MS_{sssp}）、（df_{ssssp}，MS_{ssssp}），當各層試區縮小爲下一層之大小時，其所減少的變方等於

$$\begin{cases} V_b = MS_b \\ V_p = (df_b MS_b + df_p MS_p) / (df_b + df_p) \\ V_{sp} = (df_p MS_p + df_{sp} MS_{sp}) / (df_p + df_{sp}) \\ V_{ssp} = (df_{sp} MS_{sp} + df_{ssp} MS_{ssp}) / (df_{sp} + df_{ssp}) \\ V_{sssp} = (df_{ssp} MS_{ssp} + df_{sssp} MS_{sssp}) / (df_{ssp} + df_{sssp}) \\ V_{ssssp} = (df_{sssp} MS_{sssp} + df_{ssssp} MS_{ssssp}) / (df_{sssp} + df_{ssssp}) \end{cases} \quad \cdots\cdots [2]$$

每一層因試區縮小所減少的變方估值即爲該層所產生之試區大小（x）的平均變方（V_x）。

2. 各種不同大小的試區，其平均變方也可直接在估計土壤異質性指標（b）之計算過程中獲得，即相當於在公式〔1〕中計算 x 個基本單位的單位面積變方（V_x），因此本研究對於此兩種變方均採以相同的數學符號來表示。

進而利用 Bartlett 變方均質性測驗（homogeneity of variance），以逐步方式檢定不同試區大小之 V_x 是否顯著差異，即首先將所有 V_x 值視爲一組資料進行顯著性測驗，然後每次剔除一個較小試區之 V_x，再重新進行測驗，直到僅剩下單一個最大試區之 V_x 則停止測驗，最後由每一次循環的各組測驗結果，判斷不同變方值間的差異顯著性[15]。

另外，並計算不同試區大小的變異係數（coefficient of variation，CV），建立 CV 值隨著試區大小變化的曲線，根據最大曲度法（maximum curvature method）[12,15,16]，找出曲線之最大反曲點（maximum inflection）以決定最適的試區大小，此時即使試區擴大，其變方估值也不再顯著減少。CV 值之計算公式如下：

$$CV = \sqrt{V_x} / \bar{y}_x \times 100 \quad \cdots\cdots [3]$$

Scheme-Ⅰ

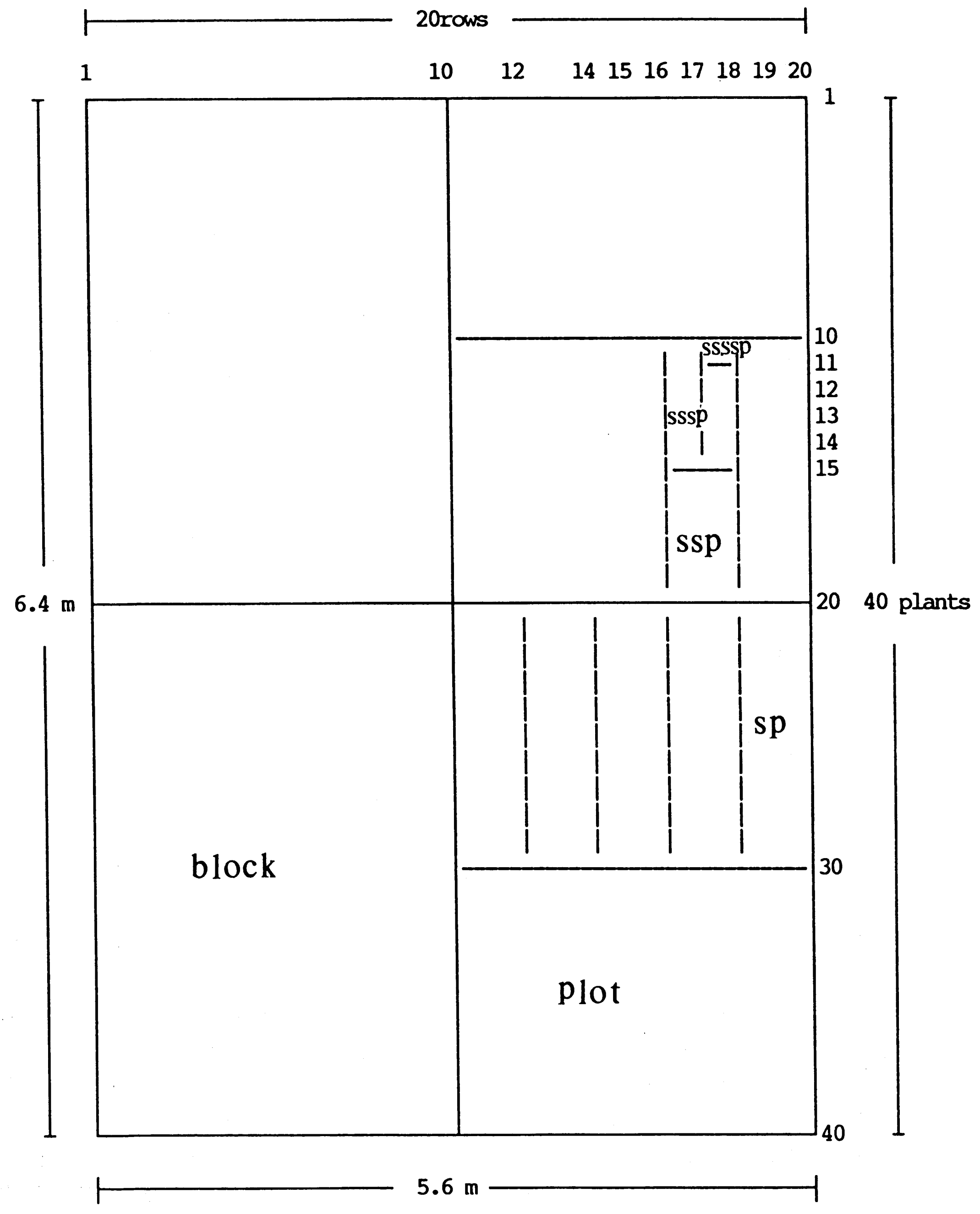


圖 1. 根據摺疊分類所規劃的兩種稻作均度試驗田間設計。

Fig. 1. Two schemes for rice uniformity trials, subdivided following a hierarchical classifications. (sp : subplot, ssp : sub-subplot, sssp : sub-sub-subplot, ssssp : sub-sub-sub-subplot)

Scheme-Ⅱ

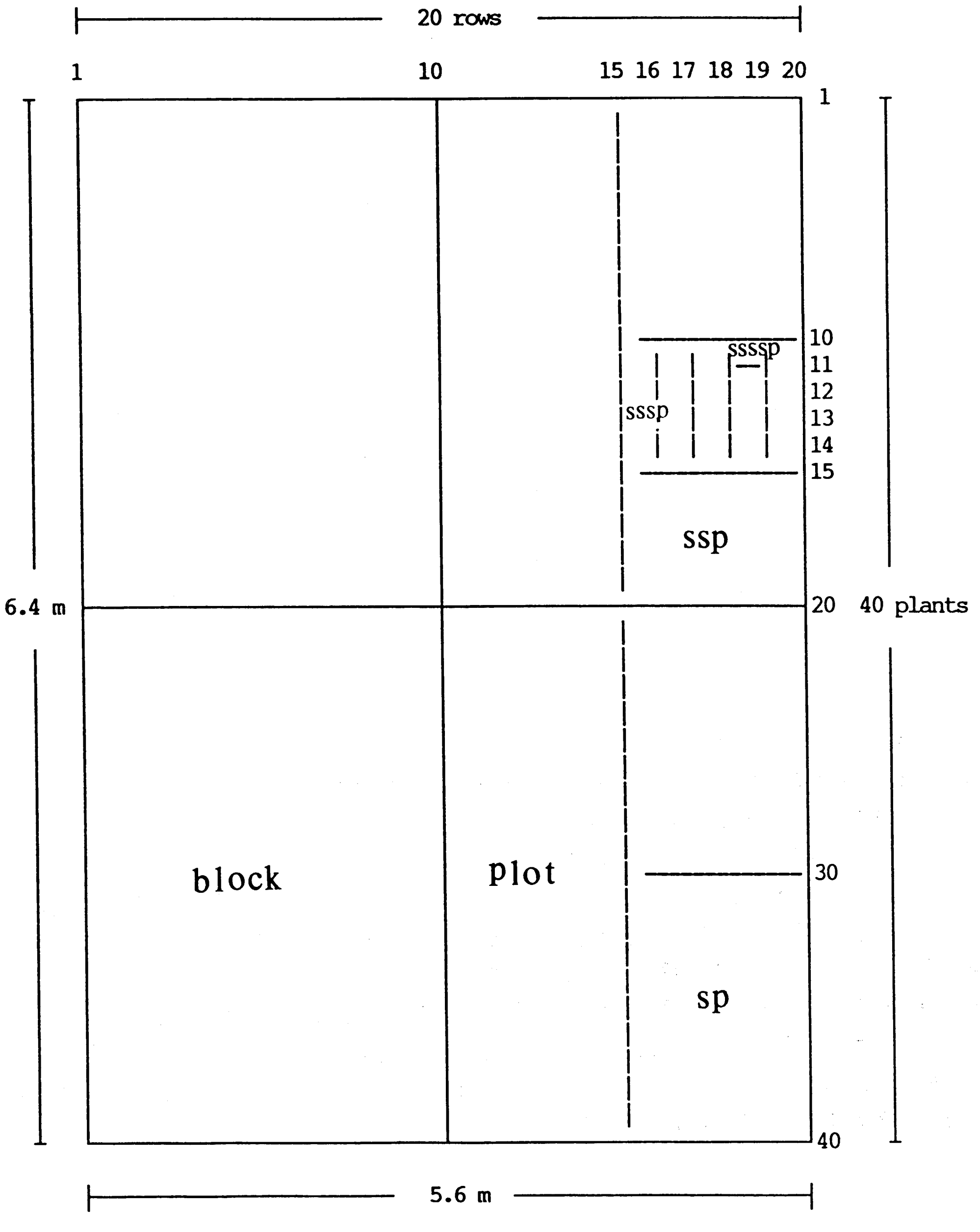


圖 1. 根據摺疊分類所規劃的兩種稻作均度試驗田間設計（續）

Fig. 1. Two schemes for rice uniformity trials, subdivided following a hierarchical classifications. (sp : subplot, ssp : sub-subplot, sssp : sub-sub-subplot, ssssp : sub-sub-sub-subplot) (Cont.)

式中 V_x 及 $\bar{y}_x$ 分別爲不同大小的試區之收量的平均變方及平均值。

(四)利用 Hatheway 法決定重複次數

由於 RCBD 是應用最爲普遍的田間設計方法，於是在假設一 RCBD 試驗下，設定不同試區大小（20、25、50、100叢）、重複次數（2、3、4、5、6、7、8）與處理數（2、5、10、20、30、40）之各種組合，在第一型錯誤率及第二型錯誤率固定下，利用 Hatheway[9]法計算各組合的處理平均眞差值（d），其計算公式如下：

$$d=\sqrt{2\ (t_1+t_2)^2 CV^2/rx^b} \quad \text{〔4〕}$$

式中 d：平均值間之眞差值（以平均值之％表示）；

b：土壤異質性指標；

x：試區大小；

r：重複次數；

CV：試區之變異係數（以平均值之％表示）；

t_1，t_2：各爲測驗平均差值在自由度爲(n-1)(r-1)下之顯著水準（α）及 2(1-P)的學生氏 t 分布值；而P爲試驗達顯著結果之眞正機率值；n爲處理數。

例如某一均度試驗所估得之 b=0.8，且試區大小爲20叢的 CV=10％，則在假設顯著水準α=5％且處理間差異能達到顯著結果的機率值 P=0.8之情形下，欲利用 Hatheway 法計算出處理數n=2與重複次數r=4之各種組合的平均眞差值(d)，應該首先由學生氏t分布表中查出自由度 df=(2−1)(4−1)=3 而顯著水準各爲0.05及0.4的 t 分布值（t_1，t_2），結果爲 t_1=3.812 及 t_2=0.978，因此 $d=\sqrt{2\ (3.812+0.978)^2\ (10)^2/4\ (20)^{0.8}}=10.22$。

利用上述計算方法即可求得不同試區大小、處理數與重複次數之各種組合下的平均值間之眞差值（d）。倘試區大小及處理數不變時，當重複次數增加到其 d 值不再有明顯變化時，表示此爲最適的重複次數。

結　果

本研究之稉、秈稻均度試驗各進行兩年四期作，全區長×寬約6.4m×5.6m，共植20行，每行40叢，針對全部材料編號調查，均無缺株，故各以1×1叢及2×1叢爲基本單位，將全區合併模擬成各種不同大小及形狀之試驗小區，利用 Smith[13]法所估得的土壤異質性指標（b）列於表1。以1×1叢爲基本單位時，稉稻兩年四期作所得之 b 值分別爲0.84、0.76、0.76、0.92，平均值爲0.82，秈稻兩年四期作所得之 b 值分別爲0.85、0.60、0.77、0.67，平均值爲0.72，均接近於1，顯示該稻作試驗田區之土壤變異大致是呈點狀分布之逢機型態，並未有明顯區分的肥力傾向。無論稉、秈稻試驗，不同年度及期作所估得之 b 值均極爲接近，表示稻作均度試驗之土壤差異評估不會因品種、年度及期作不同而異。倘以2×1叢爲基本單位，則與1×1叢之基本單位所得者一致，表示本研究稻植株個體間本身之差異不致太大而影響 b 值之估計。由於本研究稉、秈稻試驗都是在同一塊田區進行，故應該僅用單一個 b 值來表示即可，因爲此處無缺株，且稻植株個體間之差異不大，故採以1×1叢爲基本單位所得之估算結果，合併所有試驗之平均 b 值爲0.77。

表 1. 稻作均度試驗之產量性狀利用1×1及2×1叢之基本單位所估計的土壤異質性指標（b）及其標準差（SE_b）
Table 1. Soil heterogeneity index (b) and its standard error (SE_b) for yield by using 1×1 and 2×1 basic unit in the rice uniformity trials

Trial	Year-crop	1×1		2×1	
		$b\pm SE_b$	R^2	$b\pm SE_b$	R^2
Japonica rice	1991—II	0.84±0.01	0.999	0.85±0.01	0.997
	1992—I	0.76±0.01	0.997	0.76±0.02	0.991
	1992—II	0.76±0.01	0.998	0.73±0.01	0.997
	1993—I	0.92±0.01	0.999	0.92±0.01	0.999
	Mean	0.82		0.82	
	CV (%)	9.34		10.63	
Indica rice	1992—II	0.85±0.02	0.993	0.82±0.02	0.985
	1993—I	0.60±0.01	0.996	0.57±0.01	0.999
	1993—II	0.77±0.01	0.999	0.77±0.01	0.997
	1994—I	0.67±0.01	0.997	0.63±0.01	0.995
	Mean	0.72		0.70	
	CV (%)	15.22		16.78	
	Grand mean	0.77		0.76	
	CV (%)	13.23		15.01	

爲利用均度試驗模擬成各種不同試區大小的情形，將全區20行×40叢（6.4m×5.6m）之稻作均度試驗田區，根據摺疊分類法以圖 1 之兩種方式進行規劃設計，估得六層裂區設計的變方分析結果於表 2。表中均方爲八組均度試驗各進行裂區設計之變方分析的平均結果。由表 2 所列各項變因之自由度及均方值，可使用關係式〔2〕求得各種試區大小的平均變方（V_x），如表 3 所列。表 3 之 V_x 也可直接由 Smith[13]之計算式（公式〔1〕）估得。由於兩種不同設計會產生大小均爲100叢但形狀不同的兩種試區，10×10及 5 ×20，故表 3 中試區大小爲100叢的變方估值則取該兩種試區形狀的平均值。而不同試區大小的變異係數（CV）可經由公式〔3〕計算而得，亦列於表 3。由 V_x 及 CV 之數值來看，試區大小由100叢擴大至200叢時，其減少之變方估值極爲微小，表示稻作試驗之最適試區大小最多爲100叢。進而，根據 Bartlett 變方均質測驗檢定 V_x 之結果，顯示試區大小由20叢增至200叢之間的變方都沒有顯著差異，表示稻作試驗之最適試區大小最少要在20叢以上。倘就 CV 值隨其試區大小（x）的變化曲線來看，如圖 2 所示，根據最大曲度法，找出曲線之最大反曲點在 x＝20 處，即 x 大於20以後，其變方估值已不再明顯減少，此亦表示稻作試驗之最適試區大小最少要在20叢以上。目前本省稻作產量試驗之試區大小大多設計爲100叢，由此可知應該是屬於在資源沒有限制之情形下的最適試區大小，倘資源極爲有限，可考慮再縮小試區，但不得少於20叢，則所獲致的試驗準確度才不致於明顯降低。至於試區形狀，一般本省稻作試驗採用100叢之試區大小時，多選擇 5 ×20或 4 ×25，雖然試區形狀並非本研究之探討重點，但此亦可由表 2 之10×10與 5 ×20之均方值比較得知（因本研究20行×40叢之均度試驗田區無法劃分成 4 ×25之可能試區，故僅列出10×10及 5 ×20兩種），各爲2.07及2.18，其差異甚小，因此就水稻試驗而言，在設定100叢之試區大小下，欲選擇何種試區形狀，端視試驗者進行調查取樣時在田間實際操作上之方便。

表 2. 根據六層摺疊分類之稻作均度試驗的變方分析

Table 2. Analysis of variance of rice uniformity trials following a hierarchical classification with six subdivisions

Source	DF	Plot no.	Plot size (plants)	Plot shape	MS
Scheme- I					
Blocks	3	4	200	10×20	1.51
Plots/blocks	4	8	100	10×10	2.07
Subplots/plots	32	40	20	2×10	6.73
Sub-subplots/subplots	40	80	10	2×5	13.06
Sub-sub-subplots/plots	80	160	5	1×5	21.05
Sub-sub-sub-subplots/plots	640	800	1	1×1	66.47
Scheme- II					
Blocks	3	4	200	10×20	1.51
Plots/blocks	4	8	100	5×20	2.18
Subplots/plots	8	16	50	5×10	3.78
Sub-subplots/subplots	16	32	25	5×5	6.64
Sub-sub-subplots/plots	128	160	5	1×5	17.85
Sub-sub-sub-subplots/plots	640	800	1	1×1	66.47

表 3. 稻作試驗不同試區大小的變方估值

Table 3. Estimated variance of various plot sizes in rice experiments

Plot size (plants)	V_x	CV (%)
1	56.29 a[z]	26.25
5	15.31 b	13.40
10	9.50 c	10.41
20	5.85 d	8.11
25	4.83 d	7.28
50	2.90 d	5.63
100	1.86 d	4.41
200	1.51 d	4.06

[z] Variances with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Bartlett's test of homogeneity of variances.

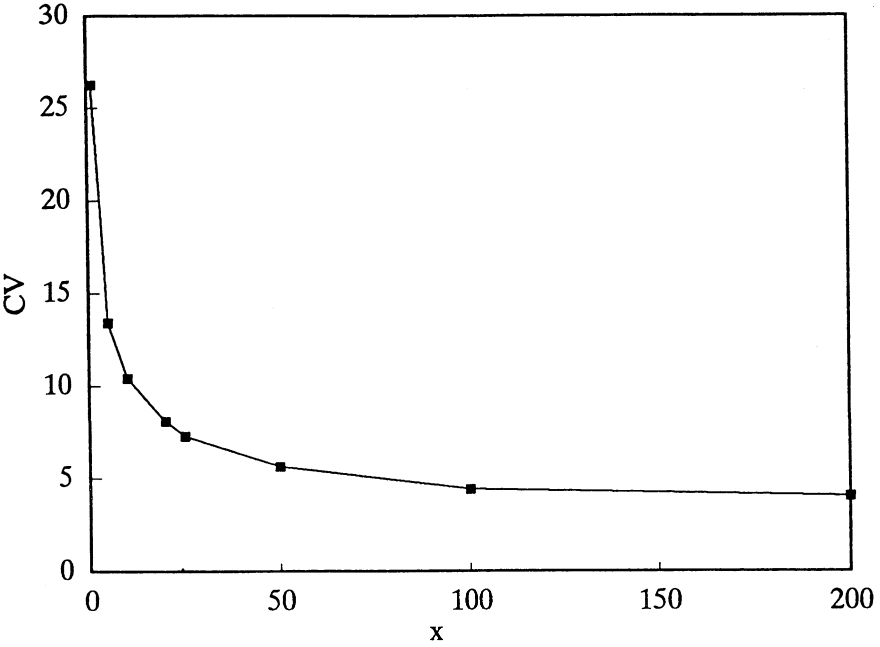


圖 2. 稻作試驗變異係數（CV）估值隨不同試區大小（x）的變化。
Fig. 2. Changes of estimated coefficient of variation (CV) with different plot sizes (x) in rice experiments.

繼之，模擬一 RCBD 試驗，根據上述所得之 b 值（=0.77），假設在α=5%顯著水準且處理間差異能達到顯著結果的機率值 P=0.8之情形下，利用 Hatheway[9]法估算不同試區大小、重複次數與處理數之各種組合的平均眞差值（%）於表 4。一般而言，重複次數增加，可提高試驗準確度。表 4 顯示，當處理數很少時（t=2），無論試區大小多少，重複不得少於 3 次，否則準確度甚低；一旦處理數增多，則重複增至 4 次以上的處理平均眞差值皆頗爲接近，表示在資源沒有限制之情形下，最適重複應爲 4 次；倘資源有限，在犧牲些微的準確度下，則也可退其次使用 3 次重複。在處理數與準確度（d）固定下，試區大小及重複次數有相互消長的作用，例如在處理數 t=5 時，當試區大小由50叢擴大至100叢，其重複只要由 7 次減少至 3 次，即可維持相同的處理差異比較之效率。

表 4. 稻作 RCBD 試驗不同試區大小、重複次數及處理數各種組合下之處理平均眞差值（%）的估計[z]

Table 4. Estimates of true differences of treatment means (%) for various combinations of plot size, treatments number and replicates number in a rice RCBD experiment[z]

Plot size (plants, x)	Replicates no. (r)	Treatments no. (n)					
		2	5	10	20	30	40
20	2	36.04	9.51	8.05	7.56	7.42	7.35
	3	11.21	6.68	6.19	6.00	5.95	5.93
	4	7.53	5.52	5.26	5.15	5.13	5.11
	5	6.02	4.83	4.68	4.59	4.57	4.57
	6	5.16	4.35	4.24	4.17	4.17	4.17
	7	4.59	4.00	3.90	3.86	3.86	3.86
	8	4.17	3.71	3.64	3.62	3.62	3.62
25	2	29.69	7.84	6.63	6.23	6.11	6.05
	3	9.23	5.50	5.10	4.94	4.90	4.88
	4	6.20	4.55	4.33	4.25	4.23	4.21
	5	4.96	3.98	3.85	3.78	3.77	3.77
	6	4.25	3.59	3.49	3.44	3.44	3.44
	7	3.78	3.29	3.21	3.18	3.18	3.18
	8	3.44	3.06	3.00	2.98	2.98	2.98
50	2	17.58	4.64	3.93	3.69	3.62	3.59
	3	5.47	3.26	3.02	2.93	2.90	2.89
	4	3.67	2.69	2.57	2.51	2.50	2.49
	5	2.94	2.36	2.28	2.24	2.23	2.23
	6	2.52	2.12	2.07	2.04	2.04	2.04
	7	2.24	1.95	1.90	1.89	1.89	1.89
	8	2.04	1.81	1.78	1.76	1.76	1.76
100	2	10.55	2.78	2.36	2.21	2.17	2.15
	3	3.28	1.95	1.81	1.75	1.74	1.73
	4	2.20	1.62	1.54	1.51	1.50	1.50
	5	1.76	1.41	1.37	1.34	1.34	1.34
	6	1.51	1.27	1.24	1.22	1.22	1.22
	7	1.34	1.17	1.14	1.13	1.13	1.13
	8	1.22	1.09	1.07	1.06	1.06	1.06

[z] Estimates made using b=0.77，α=0.05 and 2(1-P)=0.40.

討　　論

上述利用稻作均度試驗資料所估計的最適試區大小及重複次數，係以本研究試驗地點之土壤差異型態爲基礎所推導出來的結果，未必可以適用於其他地區或不同作物之試驗，除非其所估得之土壤異質性指標（b）與本研究所得者相近。不過，倘其他試驗欲探知最適試區大小及重複次數的問題，則可以參照本文所提的程序及分析方法，即能決定最適試區大小及重複次數。其分析之步驟，整理如下：(1)首先就試驗田區進行均度試驗，以 Smith 法估計出該田區之土壤異質性指標(b)；(2)將田區劃分成各種可能的不同大小之試區，計算各種試區大小的收量平均變方（V_x）及變異係數(CV)；(3)根據 Bartlett 變方均質測驗結果，以逐步方式檢定不同試區大小之 V_x 的差異顯著性，或者利用最大曲度法，找出 CV 值隨其試區大小（x）之變化曲線的最大反曲點，來決定出最適試區大小（兩者在應用上各有利弊，隨後將作討論說明）；(4)利用 Hatheway 法，計算不同試區大小、處理數及重複次數各組合的處理平均眞差值（d），以決定出最適的重複次數。

由上述分析步驟中可知，欲利用均度試驗決定最適試區大小及重複次數，土壤異質性指標（b）之估計是否準確，是首要的影響因素。利用均度試驗估計 b 值，在實際應用上最大的限制是必須負

擔太多成本，故無法涵蓋更多的土地面積和栽培季節，且耗時費力，對此呂[1]探討田區大小及形狀對均度試驗土壤差異評估之影響，結果指出均度試驗之田區大小至少要含有100個以上的基本單位，且田區形狀應儘可能接近於正方形。本研究係以單叢爲基本單位，各均度試驗全區爲800叢，面積爲6.4 m×5.6m，近於正方形，故所估得之 b 值應值得信賴。雖然本試驗稉、秈稻兩年四期作均度試驗的面積各僅爲6.4m×5.6m，但爲使所獲結果能有效地作爲本所往後規劃水稻試驗的根據，在田間設計上，各均度試驗其實是逢機散佈在約40m×40m之本所稻作田區的不同樣本，而由表1之結果得知，無論稉、秈稻試驗，不同年度及期作所估得之 b 值均極爲接近，平均值爲0.77，接近於1，藉此可推知本所稻作試驗田區之土壤變異型態，並未有明顯區分的肥力傾向。因此，利用這些均度試驗所估計的最適試區大小及重複次數，應可作爲本所往後規劃水稻試驗的根據。由於均度試驗必須預先進行，且費時耗力，倘試驗者無法就整個大田區進行均度試驗，當可仿照本試驗之方式，在大田區內逢機擇取數塊小區供作均度試驗，再由各小區之均度試驗結果推測出大田區的土壤異質型態；但均度試驗田區的大小，不得少於100個基本單位。如果希望均度試驗面積不致太小，建議可將基本單位由單叢擴大爲多叢，例如採以10叢爲基本單位，如此均度試驗的面積可增大爲10倍，但因爲所需之均度試驗數減少，而且產量調查時係以每10叢爲單位，整體而言，所花費之時間及人力當可節省很多。

本研究使用兩種統計量，V_x 及 CV，以探討各種試區大小下變方的差異性。V_x 在 b 值之求算過程中即可直接獲得，利用 Bartlett 變方均質性測驗，以逐步方式檢定不同試區大小之 V_x 是否顯著差異，可決定該等樣本由同一族群（試驗田區）中取出，則該等均方皆爲族群變方的估值，表示該等樣本皆具有族群代表性，倘測驗結果並非均質，表示其中至少有一樣本不能作爲族群變方的最好估值，而爲了找出何者爲異質樣本，故利用逐步方式進行測驗。CV 與 V_x 之關係如公式〔3〕所示，爲 V_x 之開方值除以該試區大小之收量平均值（$\bar{y}_x$），在計算上雖較 V_x 多了一個步驟，不過可直接就 CV 值隨其試區大小之變化曲線，根據最大曲度法找出最適試區大小範圍，應用上顯然較 V_x 之變方均質測驗爲直接且簡單，因此多數學者也都是採以 CV 值作爲判斷之依據。不過，一旦 CV 曲線的反曲點不是很明確時，則利用 V_x 之均質性測驗是唯一的方法。由於平均值較大的樣本，其變異性也大，因此倘各種試區大小之收量平均值（$\bar{y}_x$）的差異很大，利用 V_x 隨 x 之曲線變化來決定最適試區大小，即直接比較 V_x 數值之大小，是不妥當的。

要決定試區大小及重複次數，必須事先瞭解該試驗用地的土壤肥力差異狀況。不同地區因爲土壤差異型態不同，所獲之結果也不盡相同。Gomez and Alicbusan[6]及 Gomez[5]利用 18m×36m～18m×64m 不等面積的各種稻作均度試驗，以評估 IRRI 稻作試驗用地的土壤肥力差異狀況，得知所估得之 b 值都很低，約在0.24～0.32之間，表示存在有強烈的收量變異傾向，在此土壤差異型態下，比較 2～36m² （每1m×1m 有25叢）之各種不同試區大小的 CV 值，結果發現在 IRRI 的最適稻作試區大小應爲 8～25m² （200～625叢），而最小不得低於 5m² （125叢），此與本試驗所獲結果並不一致，係因爲土壤異質田區比土壤均質田區需要較大的試區。另外一般而言，肥料試驗會比品種試驗所需的試區爲大，而灌溉試驗則甚至要求更大，至於病蟲害試驗，則試區寬度必須在藥劑控制範圍內[5]。Gomez[5]並利用 IRRI 之均度試驗決定出稻作試驗的最適重複次數，其結果指出在$\alpha=5\%$顯著水準且處理間差異能達到顯著結果的機率值 P＝0.925之情形下，當 CV＝10%時，RCBD 的最適重複次數爲 4 次，此與本試驗所獲結果一致，但其未考慮到不同試區大小及處理數之組合對重複次數的影響。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會經費補助（計畫編號：81農建—12.2—糧—08—14、82科技—12.2—糧—09—2及83科技—12.2—糧—06—2），謹此致謝。

引用文獻

1. 呂椿棠、呂秀英。1994。田區大小及形狀對均度試驗土壤異質性評估之影響。中華農業研究 43：165—172。

2. 呂秀英、呂椿棠。1995。均度試驗土壤異質性指標之估計。中華農學會報 169：107—121。

3. 張魯智。1976。試驗技術講義。2—5頁。國立臺灣大學。

4. Crew, W. C., G. L. Jones, and D. D. Mason. 1963. Field plot technique studies with flue-cured tobacco. I. Optimum plot size and shape. Agron. J. 55：197—199.

5. Gomez, K. A. 1972. Techniques for Field Experiments with Rice. IRRI. pp.2—6.

6. Gomez, K. A. and R. C. Alicbusan. 1969. Estimation of optimum plot size from rice uniformity data. Philippine Agr. 25：586—601.

7. Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd. John Wiley & Sons, New York. pp.478—504.

8. Gupton, C. L. 1972. Estimates of optimum plot size and shape from uniformity data in barley tobacco. (*Nicotiana tabacum* L.) . Agron. J. 64：678—682.

9. Hatheway, W. H. 1961. Convenient plot size. Agron. J. 53：279—280.

10. Pearce, S. C. 1976. An examination of Fairfield Smith's law of environmental variation. J. Agric. Sci. Camb. 87：21—24.

11. Rampton, H. H. and R. G. Petersen. 1962. Relative efficient of plot size and numbers of replications as indicated by yields or orchard grass seed in a uniformity test. Agron. J. 54：247—249.

12. MacDonald, D., W. L. Fielding, and D. F. Ruston. 1939. Experimental methods with cotton. I. The design of plots for variety trials. J. Agric. Sci. Camb. 29：35—47.

13. Smith, H. F. 1938. An empirical law describing heteogeneity in the yields of agricultural crops. J. Agric. Sci. Camb. 28：1—23.

14. Thomas, H. L. and H. A. Abou-El Fittouh. 1968. Optimum plot size and number of replications for estimating forage yield and moisture percentage. Agron. J. 60：549—550.

15. Vallejo, R. L. and H. A. Mendoza. 1992. Plot technique studies on sweetpotato yield trials. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117：508—511.

16. Zuber, M. S. 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. J. Amer. Soc. Agron. 34：30—47.

Estimation of Optimum Plot Size and Replicates Number Using Data from Rice Uniformity Trials[1]

Chun-Tang Lu, Hsiu-Ying Lu and Tung-Hai Tseng[2]

Summary

Efficient testing of treatment differences in field experiments depends on experimental precision. Agronomists constantly have to face the decision of the optimum choice of plot size and replicates number to achieve the best efficiency for their experiments. Too samll plots and replicates may give unreliable results ; unnecessarily large plots and replicates waste time and resources. The objective of this research was to determine optimum plot size and replicates number by using data from rice uniformity trials in Taiwan Agricultural Research Institute. The trials were subdivided following a criterion of hierarchical classification, simulating various plot sizes. Variances for different plot sizes were estimated. Using the methods of comparison of variances and maximum curvature, the optimum plot size was estimated within a range of 20 to 100 plants that depended on the limit of experimental areas and available resources. Using the Hatheway's method, the true differences of treatments for various combinations of plot size, treatments number and replicates number were used to estimate the optimum replicates number in a randomized complete block design. The optimum replicates number with a adequate plot size was four.

Key words : Rice, Uniformity trial, Plot size, Replicates number, Soil heterogeneity index.

1. Contribution No. 1795 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant, Statistician and Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：242～250（1995）

利用自交系檢定親鑑別玉米雜種優勢模式[1]

何千里　盧煌勝[2]

摘要：鑑別自交系間之雜種優勢是玉米育種工作中頗爲重要的項目之一，而愼擇檢定親以便獲得最正確的測交結果則是關鍵所在。本研究採用國外引進之七個族群培育而成的63個 S_5 －S_6 自交系材料，並以臺農１號之兩個親本（TA2808－176及TA3651－377）爲自交系檢定親，126個測交種進行田間試驗，調查項目包括吐絲期、穗位高、株高及籽粒產量等四項農藝性狀。試驗所得資料利用 Line×Tester 之分析方法估算一般組合力及特殊組合力，結果顯示 TA2808－176及TA3651－377 二個自交系檢定親可將七個族群自交分離培育之63個自交系，依產量組合力作適當的分群，其中30個自交系（13及17）將組成二個相對之基礎族群。本試驗中，就粒型組合而言，以馬齒種×硬粒種異粒型組合較易獲得較高之雜種優勢，亦有部份硬粒種×硬粒種組合得到相同的結果。

關鍵詞：玉米、自交系檢定親、雜種優勢模式、硬粒種、馬齒種。

農業上運用雜種優勢以進行增產，玉米是非常成功的作物之一，玉米爲典型的異交作物，表現極端的自交弱勢（inbreeding depression）與雜種優勢（heterosis）。Shull[32]早於1909年即提出純系雜種概念（pureline hybrid concept）使早期的玉米育種家即有了雜種優勢的認識；隨後不同種源間之雜種優勢逐漸被廣泛研究，Hayes and Olsen[21]發現不同胚乳型（endosperm type）間之雜交組合較同胚乳型內之雜交組合有較高雜種優勢之表現。Richey[29]亦提出玉米在不同粒型品種間雜交，其雜種優勢表現最爲明顯。Paterniani and Lonnquist[27]利用馬齒種（dent）、硬粒種（flint）及粉質種（floury）等材料作研究，發現相同胚乳型雜交亦有類似的雜種優勢表現。

育種家均希望擁有廣泛之遺傳材料、充裕之人力及經費資源來從事育種工作，育成一批農藝性狀優良之自交系並不困難，但將廣泛之遺傳材料全數加以鑑別及利用，卻常遭遇人力及財力不足的困境。故瞭解玉米雜種優勢模式並將育種材料作適當的分群，對育種工作效率的提昇，有最大助益。世界各地區之雜種優勢模式並不一致，如在美國，Reid Yellow Dent×Lancaster Sure Crop 的雜種優勢模式早爲學者所認定與沿用；在歐洲，最常用的雜種優勢模式爲 US Dent×European Flint；在墨西哥，EtO Composite×Tuxpeno 爲主要的模式；巴西概以 Dent×Tuxpeno 或 Suwan-1×Tuxpeno 爲最常用之組合；在阿根廷，Flint×Recovered Flint 使用最爲頻繁[7,17,30]。雜種優勢多以高過親本平均值(midparent)或高過較高親本（higherparent）的型式表示之；鑑別雜種優勢的方法，早期均利用各種不同型式的雜交設計，如二品種間的雜交、全互交及測交等。全互交法可得到最完整的資料，直接比較各參試組合間的雜種優勢表現，也最可靠，惟參試品種數量多時，欲完成

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告 1796 號。
2. 本所農藝系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

所有全互交組合的生產，實在不容易(1,9,11,12,13,14,16,18,20,24,33)。而測交法中，藉組合力之估算，可瞭解彼此間之雜種優勢關係，惟檢定親的選定往往是評估工作成敗的最主要關鍵(8,10,19,22,23,28,31,35,36)。

農試所每年自族群中分離及自國外引進的自交系爲數甚多，在將其納入育種計畫前，宜就其組合力作一適當的評估。本研究由七個族群所分離之63個自交系，並以臺農1號父母本爲自交系檢定親，利用126個測交種進行田間試驗，期能依雜種優勢模式將之分群，以組成二相對基礎族群及育成雜交種玉米的參考。

材料與方法

一、試驗材料

本研究藉目前栽培最廣之臺農1號親本 TA2808—176 及 TA3651—377 兩個自交系爲檢定親（表1），並採用 Antigua Synthetic、Pioneer Synthetic、Suwan—1 (S) C_8、RBS10 C_3、RSSSC C_4、Amarillo Dentado 及 Amarillo Bajio 等七個族群自交分離培育而成的63個自交系爲材料（表2及3），於民國82年秋作，63個自交系分別與兩個檢定親雜交，完成126個測交種子生產。

表 1. 兩個自交系檢定親之背景資料

Table 1. Description of 2 tester parents used in the study.

Code	Tester	Pedigree	Origin	Kernerl type
A	TA2808—176	Selected from ICAL210	Columbia	Flint
B	TA3651—377	Selected from Hi31	Hawaii	Dent

表 2. 七個族群背景資料

Table 2. Description of the seven populations from which the line parents derived and used in the study.

Code	Pedigree	Origin	Kernerl type
C	Antigua Syn.	Caribbean	Flint
D	Pioneer Syn.	Pioneer Company	Dent
E	Suwan-1(S)C_8	Thailand	Flint
F	RBS10 C_3	USA	Dent
G	RSSSC C_4	USA	Dent
H	Amarillo Dentado	CIMMYT	Dent
I	Amarillo Bajio	CIMMYT	Dent

表 3. 自交系代號及其系譜

Table 3. Line code and pedigree of 63 lines used in the study.

Line code and pedigree	Line code and pedigree	Line code and pedigree
C1 AN81- 3 S_5	E4 SU81- 9 S_5	G7 RS81-20 S_6
C2 AN81- 4 S_5	E5 SU81- 9 S_5	G7 RS81-22 S_6
C3 AN81- 5 S_5	E6 SU81-14 S_5	G9 RS81-23 S_6
C4 AN81- 7 S_5	E7 SU81-16 S_5	H1 AD81- 4 S_5
C5 AN81-11 S_5	E8 SU81-20 S_5	H2 AD81- 5 S_5
C6 AN81-13 S_5	E9 SU81-22 S_5	H3 AD81- 6 S_5
C7 AN81-14 S_5	F1 BS81- 1 S_6	H4 AD81-10 S_5
C8 AN81-15 S_5	F2 BS81- 2 S_6	H5 AD81-11 S_5
C9 AN81-18 S_5	F3 BS81- 3 S_6	H6 AD81-14 S_5
D1 PI81- 1 S_5	F4 BS81- 7 S_6	H7 AD81-18 S_5
D2 PI81- 2 S_5	F5 BS81-10 S_6	H8 AD81-20 S_5
D3 PI81- 3 S_5	F6 BS81-11 S_6	H9 AD81-21 S_5
D4 PI81- 5 S_5	F7 BS81-14 S_6	I1 AB81- 3 S_5
D5 PI81- 8 S_5	F8 BS81-17 S_6	I2 AB81- 4 S_5
D6 PI81-14 S_5	F9 BS81-22 S_6	I3 AB81- 6 S_5
D7 PI81-16 S_5	G1 RS81- 1 S_6	I4 AB81- 8 S_5
D8 PI81-21 S_5	G2 RS81- 2 S_6	I5 AB81-12 S_5
D9 PI81-23 S_5	G3 RS81- 6 S_6	I6 AB81-14 S_5
E1 SU81- 1 S_5	G4 RS81- 8 S_6	I7 AB81-17 S_5
E2 SU81- 3 S_5	G5 RS81-11 S_6	I8 AB81-20 S_5
E3 SU81- 5 S_5	G6 RS81-18 S_6	I9 AB81-25 S_5

二、試驗方法

126個測交種加上臺農 1 號及臺南17號兩個對照種，合計128個參試，試驗於83年春作在農試所農場進行，採用裂區設計，126個測交種之田間排列係依自交系別逢機列於主區（63個），檢定親爲副區，四種複，三行區，行長5m，行株距75×20cm，公頃株數66,667。公頃三要素肥料施用量爲 N：P_2O_5：K_2O＝200：90：60kg。氮肥60kg及磷、鉀肥全量於基肥時一次施用，另於播種後一個月及雄花抽穗前分別加施氮肥70kg各一次。其他田間管理，如除草、中耕、培土、灌溉及病蟲害防治，依一般玉米栽培法進行。玉米生育期間及成熟期分別調查吐絲期、穗位高、株高及籽粒產量等四項農藝性狀，各項農藝性狀調查方法爲：

1. 吐絲期：由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需的日數。
2. 穗位高：爲每小區逢機選取10株，量取由地表至第一雌穗基部的平均高度，以 cm 表示之。
3. 株高：爲每小區逢機選取10株，量取由地表至雄穗頸結的平均高度，以 cm 表示之。
4. 籽粒產量：每小區烘乾脫粒後之籽粒產量，經換算爲15.5%含水率之公頃籽粒產量，以 t/ha 表示之。

三、統計分析

試驗資料先進行變方分析（McIntosh, 1983）[26]，並依 Kempthorne[25]之 Line×Tester 方

法估算一般組合力 (genernal combining ability, GCA) 及特殊組合力 (specific combining ability, SCA) 。變因可劃分爲 Replication、Line (GCA line) 、Line×Replication、Tester (GCA Tester) 、Line×Tester (SCA) 及 Pooled Error 等項；在 Line×Tester 統計分析時，兩個對照種不列入。

結果與討論

本試驗調查之籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高等農藝性狀資料，經變方分析結果列於表4，變因中，在 Line、Tester 及 Line×Tester，籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高四項性狀均達極顯著。

表 4. 籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高之 line×tester 變方分析

Table 4. ANOVA for grain yield, days to 50% silking, ear height and plant height.

Source of variation	df	Mean squars			
		Grain yield (t/ha)	Days to 50% silking (days)	Ear height (cm)	Plant height (cm)
Rep.	3	0.3	2.1	200.9	71.1
Line (GCA Line)	62	8.5**	125.1**	674.6**	999.0**
Line×Rep.	186	0.2	0.7	66.6	90.3
Tester (GCA Tester)	1	426.7**	116.2**	8,403.5**	1,179.4**
Line×Tester (SCA)	62	8.5**	25.4**	367.8**	938.7**
Pooled Error	189	0.1	0.7	57.7	88.8

**Significant at 0.01 level of probability.

兩個檢定親之四項農藝性狀之一般組合力效應均達極顯著水準。檢定親 A 之籽粒產量、穗位高及株高等農藝性狀之一般組合力效應均正值，吐絲期爲負值；反之，檢定親 B 之吐絲期一般組合力效應爲正值，籽粒產量、穗位高及株高則爲負值 (表5) 。

表 5. 兩個檢定親之籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高之一般組合力效應

Table 5. GCA effects for grain yield, days to 50% silking, ear height and plant height of the two testers.

Tester	Grain yield (t/ha)	Days to 50% silking (days)	Ear height (cm)	Plant height (cm)
A	0.99**	−0.48**	4.08**	1.52**
B	−0.99**	0.48**	−4.08**	−1.52**

**Significant at 0.01 level of probability.

7 個族群分離之63個自交系分別與檢定親 A 及檢定親 B 測交結果，其中59個自交系籽粒產量的一般組合力達顯著或極顯著水準，正值31個，負值28個 (表6) 。籽粒產量一般組合力效應最高之五個正值爲 C1(+2.37)、C2(+2.34)、C3(+2.14)、C5(+2.08) 及 C4(+2.06)；最高之五個負值者爲 I9(−2.54)、I8(−2.45)、I7(−2.31)、H9(−2.08) 及 F9(−2.08) 。就族群而言，似乎以 C 族群有最大的正效應，以 I 族群有較明顯的負效應。

表 6. 126個 line×tester 組合之平均籽粒產量 (t/ha) 與一般及特殊組合力效應値

Table 6. GCA、SCA and mean grain yield (t/ha) for 126 line×tester crosses.

Line	Yield	GCA	Tester A		Tester B	
			Yield	SCA	Yield	SCA
C1	7.90	2.37**	7.89	−0.99**	7.90	0.99**
C2	7.87	2.34**	7.62	−1.24**	8.12	1.24**
C3	7.67	2.14**	7.41	−1.25**	7.93	1.25**
C4	7.59	2.06**	7.49	−1.08**	7.69	1.08**
C5	7.61	2.08**	7.84	−0.75**	7.37	0.75**
C6	7.42	1.89**	7.91	−0.49**	6.93	0.49**
C7	5.01	−0.52**	4.88	−1.11**	5.14	1.11**
C8	4.26	−1.27**	4.34	−0.90**	4.17	0.90**
C9	4.43	−1.09**	4.20	−1.22**	4.66	1.22**
D1	6.92	1.39**	8.00	0.09	5.84	−0.09
D2	6.60	1.07**	7.55	−0.03	5.65	0.03
D3	6.72	1.19**	7.78	0.07	5.65	−0.07
D4	6.48	0.95**	7.57	0.10	5.38	−0.10
D5	6.51	0.98**	7.06	−0.43**	5.96	0.43**
D6	6.20	0.67**	6.97	−0.22	5.43	0.22
D7	4.50	−1.03**	4.87	−0.61**	4.12	0.61**
D8	4.28	−1.24**	4.76	−0.51**	3.80	0.51**
D9	3.97	−1.55**	4.32	−0.64**	3.62	0.64**
E1	7.12	1.59**	7.54	−0.57**	6.70	0.57**
E2	7.16	1.62**	7.36	−0.78**	6.95	0.78**
E3	7.25	1.72**	7.54	−0.70**	6.96	0.70**
E4	7.30	1.77**	7.37	−0.92**	7.24	0.92**
E5	6.92	1.39**	7.08	−0.83**	6.76	0.83**
E6	6.78	1.25**	6.77	−1.00**	6.79	1.00**
E7	4.82	−0.70**	4.74	−1.07**	4.90	1.07**
E8	4.12	−1.41**	4.23	−0.87**	4.00	0.87**
E9	4.16	−1.37**	4.27	−0.87**	4.04	0.87**
F1	5.54	0.01	6.47	−0.05	4.60	0.05
F2	5.38	−0.15	6.31	−0.05	4.44	0.05
F3	5.15	−0.37*	5.97	−0.17	4.34	0.17
F4	6.17	0.64**	7.50	0.34*	4.83	−0.34*
F5	6.07	0.54**	7.17	0.10	4.97	−0.10
F6	6.09	0.56**	6.90	−0.17	5.28	0.17
F7	3.44	−2.08**	4.69	0.25	2.20	−0.25
F8	3.66	−1.86**	5.31	0.65**	2.02	−0.65**
F9	3.73	−1.79**	5.67	0.94**	1.79	−0.94**
G1	5.81	0.27	6.86	0.06	4.75	−0.06
G2	5.63	0.10	6.74	0.12	4.51	−0.12
G3	6.15	0.62**	8.04	0.89**	4.26	−0.89**
G4	6.76	1.23**	9.38	1.63**	4.14	−1.63**
G5	6.57	1.04**	9.01	1.44**	4.13	−1.44**
G6	6.23	0.70**	8.90	1.68**	3.56	−1.68**
G7	4.46	−1.06**	5.97	0.51**	2.96	−0.51**
G8	4.03	−1.49**	5.26	0.24	2.80	−0.24
G9	4.14	−1.38**	5.98	0.85**	2.29	−0.85**
H1	6.19	0.66**	6.63	−0.54**	5.74	0.54**
H2	6.03	0.50**	6.39	−0.63**	5.67	0.63**
H3	5.93	0.39**	6.48	−0.43**	5.37	0.43**
H4	6.50	0.97**	7.80	0.30	5.20	−0.30
H5	6.09	0.55**	7.02	0.05	5.15	0.05
H6	5.99	0.46**	7.30	0.31	4.68	−0.31
H7	3.72	−1.80**	4.49	−0.21	2.95	0.21
H8	3.74	−1.78**	4.75	0.01	2.74	−0.01
H9	3.44	−2.08**	4.57	0.13	2.32	−0.13
I1	5.14	−0.38**	7.58	1.44**	2.70	−1.44**
I2	5.00	−0.52**	7.31	1.32**	2.69	−1.32**
I3	4.77	−0.76**	7.14	1.38**	2.40	−1.38**
I4	4.73	−0.79**	6.88	1.16**	2.58	−1.16**
I5	4.46	−0.06**	6.38	0.92**	2.55	−0.92**
I6	4.64	−0.89**	6.97	1.34**	2.30	−1.34**
I7	3.21	−2.31**	5.31	1.11**	1.11	−1.11**
I8	3.07	−2.45**	5.08	1.02**	1.05	−1.02**
I9	2.98	−2.54**	4.96	0.98**	1.01	−0.98**

**, * Significant at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

特殊組合力效應中，43個測交組合達到顯著或極顯著水準，以檢定親 A 組合者有18個正值，25個負值；反之，與檢定親 B 組合者，有25個正值，18個負值。以各族群分離自交系與二檢定親間之特殊組合力正負值觀之，族群間頗有差異，而族群內則相當一致。

由126個測交種摘列出籽粒產量較佳之前22個測交種，其籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高列於表 7 。22個測交種中有15個測交種屬於馬齒種×硬粒種之異粒型組合，另有 7 個測交種屬於硬粒型×硬粒型之同粒型組合。22個籽粒產量較佳者均有較晚吐絲、較高之穗位高及株高等趨勢；與對照種臺農 1 號及臺南17號比較，籽粒產量較臺農 1 號較高者計有13個測交種，其中以 G4×Tester A（9.38 t/ha）、G5×Tester A（9.01t/ha）及 G6×Tester A（8.90t/ha）三個最優，均較臺南17號高出20%左右。此等測交種將進一步試驗觀察，或可直接參加品系或區域試驗，或爲一新單交種。

表 7. 籽粒產量較佳的22個 line×tester 組合之吐絲期、穗位高及株高

Table 7. Grain yield, day to 50% silking, ear height, plant height of twenty-two best line×tester crosses.

Hybrid code	Kernel type	Grain yield		Days to 50% silking (days)	Ear height (cm)	Plant height (cm)
		(t/ha)	%over TN17			
G4×A	Dent×Flint	9.38	25.7	63.5	108	234
G5×A	Dent×Flint	9.01	20.7	61.0	113	228
G6×A	Dent×Flint	8.90	19.3	59.5	103	217
C2×B	Flint×Dent	8.12	8.8	59.2	104	214
G3×A	Dent×Flint	8.04	7.7	56.7	115	243
D1×A	Dent×Flint	8.00	7.2	63.0	109	236
C3×B	Flint×Dent	7.93	6.3	63.0	113	229
C6×A	Flint×Flint	7.91	6.1	61.7	103	212
C1×B	Flint×Dent	7.90	5.9	61.7	99	224
C1×A	Flint×Flint	7.89	5.8	60.0	115	226
C5×A	Flint×Flint	7.84	5.1	63.5	112	230
H4×A	Dent×Flint	7.80	4.5	63.5	78	187
D3×A	Dent×Flint	7.78	4.3	62.0	112	243
C4×B	Flint×Dent	7.69	3.0	59.2	93	218
C2×A	Flint×Flint	7.62	2.1	59.0	111	210
I1×A	Dent×Flint	7.58	1.5	57.0	105	224
D4×A	Dent×Flint	7.57	1.5	60.5	94	210
D2×A	Dent×Flint	7.55	1.2	63.7	75	198
E3×A	Flint×Flint	7.54	1.0	65.2	95	202
E1×A	Flint×Flint	7.54	1.0	59.2	113	215
F4×A	Dent×Flint	7.50	0.5	64.7	108	215
C4×A	Flint×Flint	7.49	0.4	65.0	85	180
Check 1（TNG1）	Flint×Dent	7.68	(3.0)	61.2	113	239
Check 2（TN17）	Flint×Dent	7.46	—	62.5	115	235

利用特殊組合力效應值，可將63個參試自交系劃分成相對之二群，即自交系與檢定親 A 組合其 SCA 爲顯著負值者，可視爲 A（TA2808-176）之同一類型。屬於此型的，計有 C1—9、D5、D7—9、E1—9 及 H1—3 等25個自交系。同理，自交系同理與檢定親 B 組合，其 SCA 爲顯著負值者，歸屬於 B（TA3651—377）之同一類型。屬於此型者，計有 F4、F8—9、G3—7、G9 及 I1—9 等18個自交系。實際籽粒產量與檢定親 A 同類型之25個自交系中，精選出 C1—7 及 E1—6 等13個自交系，組成"雜種優勢 A 族群"（Heterotic Group A）；同理，亦可精選出 F4、F8—9、G3—7、G9 及 I1—8 等17個自交系，組成"雜種優勢 B 族群"（Heterotic Group B），此二相對基礎族群可相互改良不斷增進。

玉米之雜種優勢模式，隨試驗材料及評估環境不同，結果很難一致，應用上往往受限，故必須建立一套屬於當地之模式及鑑別方法[15,34]。本試驗結果顯示，以粒型組合而言，仍以硬粒種×馬齒種之異粒型組合所得雜種優勢模式最爲明顯，此與過去多數之研究結果相符，可謂臺灣玉米育種典型之基本雜種優勢模式[2,3,4,5,6]。至於鑑別雜種優勢的方法，早期多採用全互交法去探討雜種優勢及組合力，成效雖佳，惟過於費時及費工，故局限於少量之參試材料[2,3,4]。參試材料數量多時，利用自交系爲檢定親，可將組合力不佳之族群或自交系進行初步淘汰，同時依雜種優勢模式將表現優良之族群或自交系，作確實的分群，則可使有限的力量集中在最有希望的材料上。本試驗證實此方法對育種效率的提高，應當有所幫助，以臺農１號之二個自交系親本爲檢定親，利用 Line×Tester 方法進行分析，參考 GCA、SCA 及實際產量資料，即能成功的將大量參試材料適當分群。二群之間的自交系彼此雜交，得到高產組合的機率相對的增加；同時也可組成二相對基礎族群，繼續改良。

引用文獻

1. 呂宋佳。1983。玉米測交與全互交分析。中華農業研究 32：312-324。

2. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種玉米自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35：145-164。

3. 呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、何千里、謝光照。1989。單雜交玉米臺農一號之育成。中華農業研究 38：1-18。

4. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。單雜交玉米臺農三五一號之育成。中華農業研究 35：11-22。

5. 謝光照、何千里、盧煌勝。1995。氮肥用量對玉米農藝性狀組合力及雜種優勢表現之影響。中華農業研究 44：15-25。

6. Allard, R. W., and A. D. Bradshaw. 1964. Implication of genotype-environment interaction in applied plant breeding. Crop Sci. 4：503-508.

7. Bauman, L. F. 1981. Review of methods use by breeders to develop superior inbreds. Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf. 36：199-208.

8. Callais. A. M., A. Lefort-Buson, and A. Charcosset. 1986. Prediction of single-cross values in forage maize using biometrial distances evaluated from a two tester top-cross design. VI th the Meeting of Eucarpia Section Biometrics in plant breeding Birmingham, July 28th-August lst.

9. Castro, M., C. O. Gardner, and J. H. Lonnquist. 1968. Cumulative gene effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically divergent races. Crop Sci. 8：97-101.

10. Charcosset, A., M. Lefort-Buson, and A. Gallais. 1990. Use of topcross designs for predicting performance of maize single cross hybrids. Maydica 35：23-27.

11. Eberhart, S. A. 1971. Regional maize diallels with U. S. and semiexotic varieties. Crop Sci. 11：911-914.

12. Gardner, C. O., and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpartation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics 22：439-452.

13. Gardner, C. O., and E. Paterniani. 1967. A genetic model used to evaluate the breeding potential of open pollinated varieties of corn. Cienc. Cult. 19：95-101.

14. Genter, C. F., and S. A. Eberhart. 1974. Performance of original and advanced maize populations and their diallel crosses. Crop Sci. 14 : 881-885.
15. Griffing, B., and E. Zsiros. 1971. Heterosis associated with genotype-environment interaction. Genetics. 68 : 443-455.
16. Hallauer, A. R. 1972. Third phase in yield evaluation of synthetic varieties of maize. Crop Sci. 12 : 16-18.
17. Hallauer, A. R. 1990. Methods used in developing maize inbreds. Maydica 35 : 1-16.
18. Hallauer, A. R., and S. A. Eberhart. 1966. Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. Crop Sci. 6 : 423-427.
19. Hallauer, A. R., and E. Lopez-Perez. 1979 • Comparisons among testers for evaluating lines of corn. Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf. 34 : 57-75.
20. Hallauer, A. R., and J. H. Sears. 1968. Second phase in the evaluation of synthetic varieties of maize for yield. Crop Sci. 8 : 488-451.
21. Hayes. H. K., an P. J. Olsen. 1919. First generation crossess between standard Minnesota cron varieties. Minn. Agric. Exp. Sta. Bull. 123 : 5-22.
22. Jenkins, M. T., and A. M. Brunson. 1932. Methods of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. J. Am. Soc. Agron 24 : 523-503.
23. Jensen, S. D., W. E. Kuhn, and R. L. McConnell. 1983. Combining ability studies in elite U. S. maize germplasm. Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf. 38 : 87-96.
24. Kauffman, K. O., C. W. Crum, and M.F. Lindsey. 1982. Exotic germplasm in a corn breeding program. I11. Corn Breeders' School 18 : 6-39.
25. Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistic. John Wiley and Sons, Inc. New York.
26. McIntosh, M. S. 1983. Analysis of combined experiments. Agron. J. 75 : 153-155.
27. Paterniani, E., and J. H. Lonnquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.) Crop Sci. 3 : 504-507.
28. Rawlings, J. O., and D.L. Thompson. 1962. Performance level as criterion for choice of maize testers. Crop Sci. 2 : 217-220.
29. Richey, F D. 1922. The experimental basis for the parent status of corn breeding. J. Am. Soc. Agron. 14 : 1-17.
30. Richey, F. D. 1945. Isolating better foundation inbreds for use in corn hybrids. Genetics 30 : 455-471.
31. Russell, W. A., and A. H. Teich. 1967. Selection in *Zea mays* L. by inbred line appearance and testcross performance in low and high plant densities. Iowa Agric. HomeEcon. Exp. Stn. Bull. 522.
32. Shull, G. H. 1909. A pure-Line method in corn breeding. Am. Breeds Assoc. Rep. 5 : 581-584.
33. Tsotsis, B. 1972. Objectives of industry breeders to make efficient and significant advances in the future. Proc. Annu. Corn Sorghum Industry Res. Conf. 27 : 93-107.
34. Ulger, A. C., and H. C. Becker. 1989. Influence of year and nitrogen treatment on the degree of heterosis in maize. Maydica 34 : 163-170.
35. Vasal, S. K., G. Srinivasan, S. Pandery, H. S. Cordova, G. C. Han, and F. Gonzalez, C. 1992d. Heterotic patterns of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. Maydica. 37 : 259-270.
36. Walters, S. P., W. A. Russell, and K. R. Lamkey. 1991. Performance and genetic variance among S_1 lines and testcrosses of Iowa Stiff Stalk Synthetic maize. Crop Sci. 31 : 76-80.

Identification of Heterotic Patterns with Inbred Line Testers in Maize[1]

Chang-Lee Ho and Hung-Shung Lu[2]

Summary

The identification of inbred lines which are heterotic to each other is very important in maize breeding program. The choice of tester for an adequate testing always has been a concern. Sixty-three yellow inbred lines at S_5-S_6 levels of inbreeding derived from seven populations (Antigua syn., Pioneer syn., Suwan-1 (S) C_8, RBS10 C_3, RSSSC C_4, Amarillo Dentado and Amarillo Bajio) were crossed to two inbred line testers (TA2808-176 and TA3651-377). The 126 Line×Tester combinations were tested in spring crop season of 1994 for ear height, plant height, days to 50% silking and grain yield. General combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) estimtes were calculated using Line×Tester analysis. The heterotic patterns of sixty-three inbred lines were characterized and thirty of which were grouped for two opposite base population and for further hybrid development work.

Key words : *Zea mays* L., Inbred line tester, Heterotic pattern, Flint, Dent.

---

1. Contribution. No. 1796 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Asistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：251～257（1995）

玉米核酸逢機增殖多型性（RAPD）遺傳歧異分析系統之建立[1]

陳 述[2] 胡凱康[3]

摘要：本研究以玉米自交系（Mo17）爲材料，以 OPERON A-18爲核酸引子（primer），利用快速省時之空氣溫度循環裝置（Air Thermo-Cycler）進行聚合酵素連鎖反應（Polymerase Chain Reaction, PCR），希望建立玉米多條帶（band）圖譜之核酸逢機增殖多型性（Random Amplified Polymorphic DNA，RAPD）分析系統，以便進行後續之玉米種原遺傳歧異分析。試驗結果認爲 Mg^{++} 濃度爲3mM、核酸引子濃度爲4μM、融合（annealing）溫度爲36°C、融合時間爲0秒、變溫循環45次爲進行分析之最適條件，且採此分析條件成功地以核酸引子 OPERON A-02於7個玉米自交系（B57、B76、H95、HCBSA、Mo17、R98-13、朴1343）間建立了清晰的多條帶圖譜而偵得彼此間之差異。

關鍵詞：玉米、核酸逢機增殖多型性。

Williams *et al.*（1990）首先提出以人工合成的隨意序列作爲核酸引子進行聚合酵素連鎖反應，並將基因型間依此種方式產生之差異稱之爲核酸逢機增殖多型性。隨著研究目的、植物材料、核酸引子組合之不同，進行核酸逢機增殖多型性分析之最適條件亦不同。學者們認爲影響產物專一性的主要因子有二，即 Mg^{++} 濃度與融合條件之設定（Saiki 1989，Innis and Gelfand 1990）。然上述前人研究之探討乃針對單一條帶之專一產物而言，其進行 PCR 試驗的溫度循環部份係均利用金屬加熱的循環裝置來完成，反應時間長達2-6小時。當以空氣爲傳熱媒介之溫度循環裝置（Wittwer *et al.* 1989，1990）發展後，進行 PCR 反應的時間大爲減少，Wittwer 與 Garling（1991）便針對此種裝置之溫度循環條件進行詳盡的探討，Rasmussen 與 Reed（1992）亦針對緩衝液之成分與濃度提出建議，且再次證實 Mg^{++} 濃度與融合條件之設定是影響產物專一性的主要因子，但此時的研究仍以單一條帶之專一產物爲探討對象。本研究以玉米自交系爲材料，利用前述之空氣溫度循環裝置進行 PCR 反應，希望建立多條帶圖譜之核酸逢機增殖多型性分析系統，以作爲日後偵測玉米種原間遺傳歧異及品種鑑定之參考。測試的內容包括 Mg^{++} 濃度、核酸引子濃度、融合之溫度與時間及變溫循環之次數，希望能得到清晰可辨的多條帶圖譜以供判別分析。

材料與方法

植物材料爲玉米自交系 Mo17，採用育苗二週後之完全展開葉片以 Doyle *et al.*（1990）之方法抽取 DNA。此法即是以 2g 新鮮葉片剪碎後，於研缽中加入液態氮磨碎，加入 15ml 之 CTAB 抽取

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1797 號。
2. 本所作物種原室助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學農藝系副教授。

液（2%hexadecyltrimechylammonium bromide〔CTAB〕，1.4M NaCl，20mM EDTA，100 mM Tris-OH，1% Polyvinyl-Polypyrrolidone，0.2% Mercaptoethanol，pH 調整至8.0），於65°C下加熱45分鐘，再以20ml chloroform-isoamyl alcohol（v/v=24/1）萃取一次後以2/3體積（約10ml）之 isopropanol 沈澱 DNA，沈澱物用75%酒精與10mM醋酸銨清洗兩次後溶於1ml TE（10mM Tris-OH，0.1mM EDTA，pH8.0），並以10μg/ml RNA 分解酵素處理30分鐘後再以酒精沈澱一次，溶解於 TE 緩衝液後即可用來進行 PCR 反應。

本試驗所使用之核酸引子乃自 OPERON 公司所購得，爲人工合成之逢機序列，代號 A-18，長度爲10個核苷酸，G+C%爲60%，序列成分爲5′-AGGTGACCGT-3′。變溫循環裝置採用以熱空氣傳導熱量的 Air Thermo-Cycler（Idaho Technology, model 1605）。

PCR 之條件依三方向進行最佳化；即(1)Mg^{++} 濃度與核酸引子濃度，(2)融合之溫度與時間，(3)變溫循環次數。玆分述如下：

一、Mg^{++} 濃度與核酸引子濃度

於無菌操作台上將50ng DNA 模板，0.4單位 Taq 聚合酵素，各0.5mM 的 dNTP，50mM Tris-HCl（pH 8.3），250μg/ml Bovin Serum Albumin 及各濃度之 Mg^{++} 與核酸引子均勻混合成10μl 之反應溶液後移入毛細管中，兩端以火封口，再將其置入變溫循環裝置中。反應溶液中之 Mg^{++} 濃度爲1，2，3，5，7mM，核酸引子濃度爲0.5，1，2，4，6μM，爲一共計25種處理組合之複因子試驗設計。變溫循環之融合（annealing），延伸（extention）與裂解（denaturing）的溫度與時間分別爲36°C，0秒；74°C，45秒及94°C，0秒。變溫循環之次數爲45次。0秒之設定係指當熱風變溫循環裝置內部之空氣到達指定溫度後立即進入下一階段的變溫，並不保持指定溫度而言。

二、融合溫度與時間

反應溶液之各項濃度依前一試驗所得之最佳結果配製，但融合之溫度設定爲33°C，36°C與39°C三種，融合之恆溫時間則爲0秒與10秒，共 6 種處理組合。鎂離子與核酸引子濃度則依前一階段之試驗結果而定。

三、變溫循環次數

前述二項試驗結束後，以所得之最佳條件進行第三部份的測試，即變溫循環的次數之測試。共分爲30次，45次及60次三種方式進行測試，期望能找出可產生足夠產物的最少循環次數。

增殖產物的偵測係以聚丙醯烯銨（Polyacrylamide Gel Electrophoresis，PAGE）膠片電泳後採銀染方式顯像觀察，即當聚合酵素連鎖反應結束後，將產物（10μl）由毛細管移入微量離心管中，加入 2μl 6X 染色液（0.12% Xylene Cyanol FF，0.12% Bromophenol Blue，60mM EDTA，15% Ficoll 400）與等量（12μl）之飽和 urea，以5.25%T（acrylamide 總濃度）、4.8%C（bis-acrylamide 濃度）之 polyacrylamide 膠體於 Hoefer SE 250 迷你電泳槽70V恆定電壓下進行電泳2個半小時，待 Xylene Cyanol FF 將至底部時停止電泳，再採 Brant *et al.*（1991）所提出之 PAGE 快速銀染法進行顯像。

爲確定上述建立的分析系統，隨意選取由 OPERON 公司購得之代號 A-02的逢機序列作爲核酸引子，其序列爲5′—TGCCGAGCTG—3′，並由國立臺灣大學農藝系作物育種研究室自國內外引進之120個玉米自交系中隨意選挑 7 個自交系作爲試驗材料，利用前述測試後所建立之分析條件探討是否可偵得 7 個自交系間之遺傳岐異。

結果與討論

Mg^{++} 濃度與核酸引子濃度之測試結果發現（圖 1），當 Mg^{++}濃度爲1mM時，完全沒有產物之出現；當 Mg^{++} 濃度爲2mM時，核酸引子低濃度（0.5，1μM）之處理組合仍無產物出現，至核酸引子爲2μM始有少許條帶出現；而當 Mg^{++} 濃度爲3mM時產物便開始大量出現，隨著核酸引子濃度之增加，條帶的數目也隨之增多，於4μM時之條帶數目最多，但濃度升至6μM時，條帶的數目又

開始減少；當 Mg^{++} 濃度爲5mM時，清晰條帶出現的數目較 Mg^{++} 濃度爲3mM時少，產物呈模糊分佈（smear）之現象亦較爲嚴重；至 Mg^{++} 濃度爲7mM時甚至出現了所有產物皆呈模糊分佈以致看不見清晰條帶之情況。此結果與前人研究（Saiki 1989，Innis and Gelfand 1990，Rasmussen and Reed 1992）頗爲相符，認爲當 Mg^{++} 濃度過高時會出現許多非專一的產物，因此造成了產物呈模糊分佈之情形，而 Mg^{++} 濃度過低則因產物產量太少而無法偵測出。綜合以上之討論，決定以核酸引子濃度爲4μM、Mg^{++} 濃度爲3mM之條件進行後續之研究。

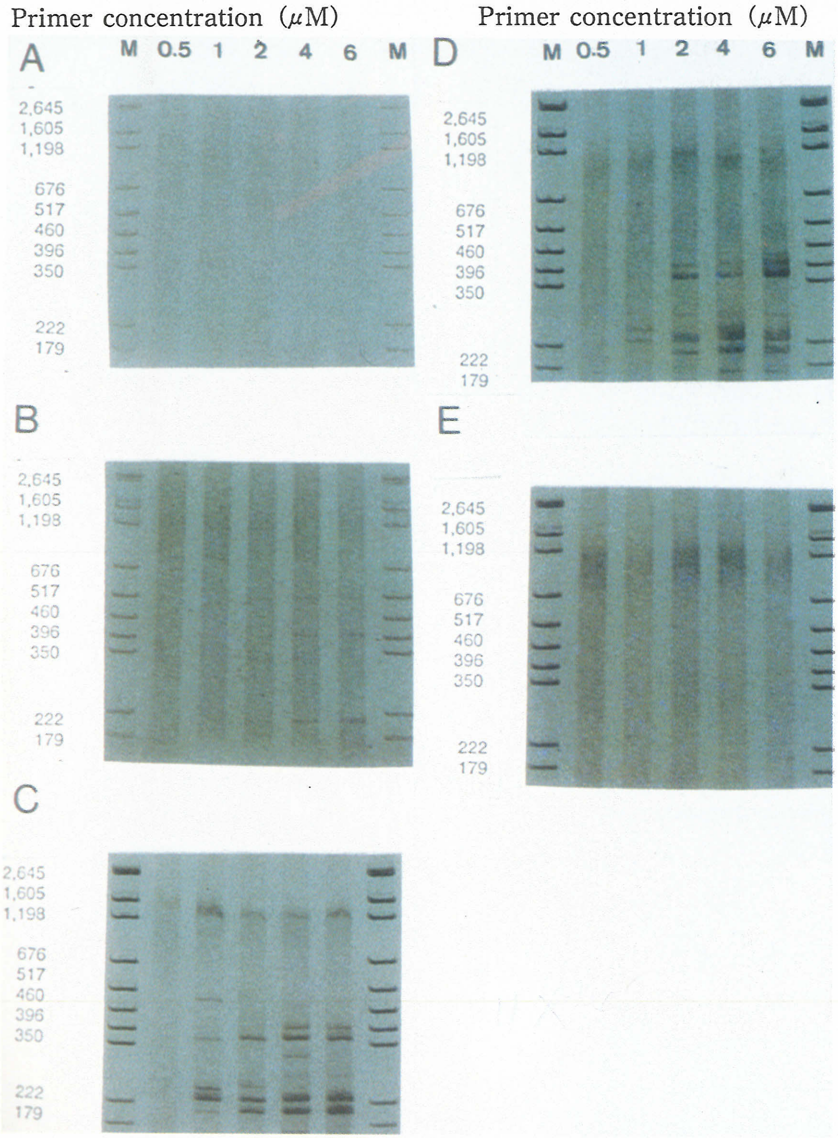


圖1. 聚合酵素連鎖反應 Mg^{++} 濃度與核苷酸引子濃度之試驗結果。

Fig. 1. Effect of Mg^{++} and primer concentration on DNA amplification.
Genomic DNA from maize inbred line Mo17 was amplified with primer OPERON A-18 (5′−AGGTGACCGT−3′) using different Mg^{++} concentration 1、2、3、5、7 mM (Fig. 1A、1B、1C、1D、1E) and different primer concentration 0.5、1、2、4、6μM. M indicated molecular markers. Other amplification conditions were described in Materials and Methods except for annealing temperature 36°C、annealing time 0 second and cycle numbers 45.

融合溫度與時間之測試結果發現（圖２），39°C時所出現的條帶數目最少，隨著溫度之下降，條帶的數目隨之增加，此結果亦與前人研究（Rasmussen and Reed 1992）之結果相符，認爲當融合溫度愈低時，非專一之產物會增加，因此出現的條帶數目增多。由於33°C時已出現了少許產物呈模糊分佈之現象，因此決定採取36°C進行後續之研究，又比較0秒與10秒之結果發現，其所得條帶之數目與位置差異不大，因此決定採取0秒之處理較爲省時。

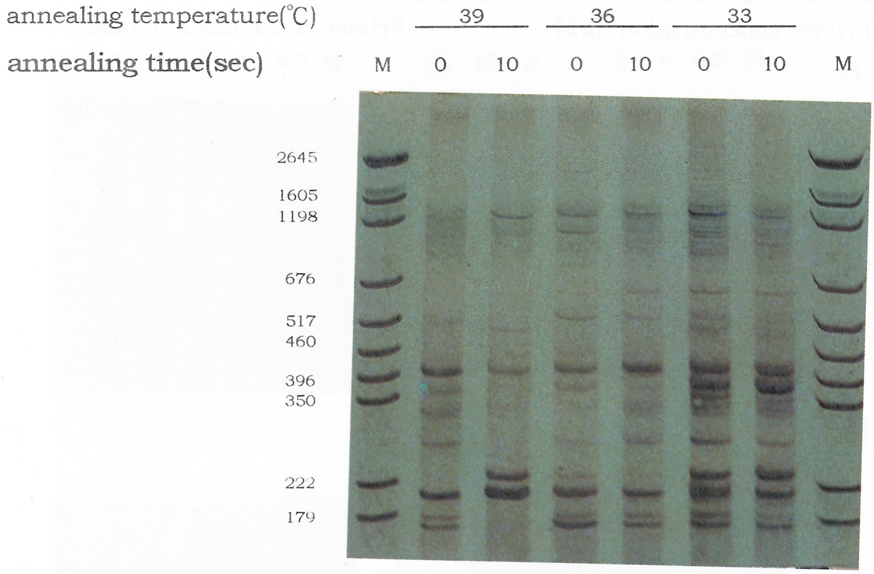


圖2. 聚合酵素連鎖反應融合溫度與融合時間之試驗結果。

Fig. 2. Effect of annealing temperature and time on DNA amplification. Genomic DNA from maize inbred line Mo17 was amplified with primer OPERON A-18 using different annealing temperature 39、36、33°C and different annealing time 0、10 seconds. M indicated molecular markers. Other amplification conditions were described in Materials and Methods except for Mg^{++} concentration 3mM、primer concentration $4\mu M$ and cycle numbers 45.

變溫循環次數之測試結果發現（圖３），當循環次數爲30時，無法偵測到產物之存在，當循環次數爲45時可偵得清晰的條帶，而循環次數爲60時則發生產物過多以致影響辨認之情形，爲了偵得清晰可辨之條帶並減少溫度循環所耗的時間，決定採取循環次數爲45之處理。

綜合以上針對 Mg^{++} 濃度、核酸引子濃度、融合溫度與時間、變溫循環次數之測試結果，認爲 Mg^{++} 濃度爲3mM、核酸引子濃度爲$4\mu M$、融合條件爲36°C、0秒、循環次數爲45時爲進行玉米自交系核酸逢機增殖多型性分析之最適條件，而利用上述之分析系統，以 OPERON A-02 作爲核酸引子偵測７個自交系間遺傳歧異的結果於圖４，各自交系皆可產生清晰可見的多條帶圖譜，且藉此偵得彼此間之遺傳歧異。

本研究以玉米自交系 Mo17爲材料，以OPERON A-18 爲核酸引子詳盡探討了 Mg^{++} 濃度、核酸引子濃度、融合之溫度與時間、變溫循環次數各因子對於建立多條帶圖譜間之互動關係並求得一最適之分析條件，且採此分析條件成功地以 OPERON A-02 於７個玉米自交系間建立了清晰的多條帶圖譜而偵得彼此間之差異，希望此分析條件可提供日後欲進行玉米核酸逢機增殖多型性分析之參考，但誠如前人研究所言（Saiki 1989，Innis and Gelfand 1990，Rasmussen and Reed 1992），隨著植物材料、核酸引子序列成份、長度之不同，其所須之分析條件亦不盡相同，因此上述的分析條件

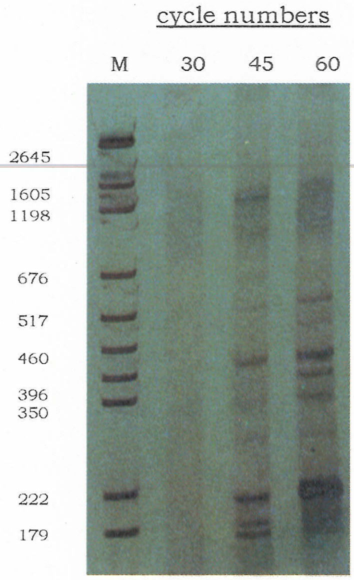


圖3. 聚合酵素連鎖反應變溫循環次數之試驗結果。

Fig. 3. Effect of cycle mumbers on DNA amplification.
Genomic DNA from maize inbred line Mo17 was amplified with primer OPERON A-18 using different cycle numbers 30、45、60. M indicated molecular markers. Other amplification conditions were described in Materials and Methods except for Mg^{++} concentration 3mM、primer concentration 4μm、annealing temperature 36°C and annealing time 0 second.

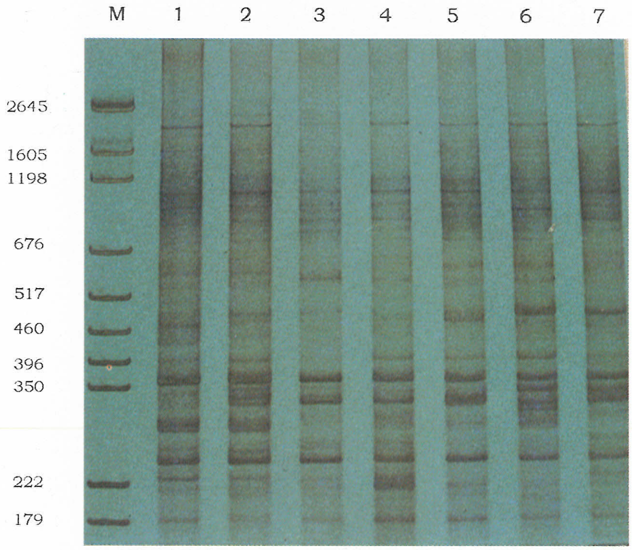


圖4. 以核酸引子 OPERON A-02 偵測7個玉米自交系間多型性之結果。

Fig. 4. Fingerprinting analysis of various nucleic acid templates.
Genomic DNA from maize inbred line B57 (Lane 1) 、B76 (Lane 2) 、H95 (Lane 3) 、HCBSA (Lane 4) 、Mo17 (Lane 5) 、R98-13 (Lane 6) 、Ds1343 (Lane 7) was amplified using primer OPERON A-02 with sequense 5′-TGCCGAGCTG-3′. Amplification conditions were Mg^{++} concentration 3mM、primer concentration 4 μM、annealing temperature 36°C、annealing time o second and cycle numbers 45. Other conditions were described in Materials and Methods. M indicated molecular markers.

並不是一成不變的，尙須隨著自交系與核酸引子之不同而稍作修飾，以求得最淸晰的多條帶圖譜，本研究針對如何修改各因子對於建立多條帶圖譜所造成的影響亦提供了可思考的途徑，此外，對於影響產物專一性之 Mg^{++} 濃度與融合條件而言，建議針對 Mg^{++} 濃度作修改測試較爲省時。

此外，本研究增殖產物之偵測係以 PAGE 電泳配合銀染方式顯像觀察，其結果頗爲淸晰。本研究亦曾嘗試利用瓊脂糖膠體（agarose）電泳偵測增殖產物，結果發現所偵得條帶之數目較以 PAGE 電泳所偵得之條帶數目減少許多，且可偵得之條帶間產物呈模糊分布之狀況亦較嚴重。由於本研究係希望建立多條帶圖譜之分析系統，因此建議利用 PAGE 電泳配合銀染方式顯像觀察可得數目較多、較淸楚之多條帶圖譜。

引用文獻

1. Brant, J. B., C. A. Gustaro, and M. G. Peter. (1991) Fast and sensitive silver staining of DNA in polyacrylamide gels. Anal. Biochem. 196 : 80-83.
2. Doyle, J. J., and J. L. Doyle. (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12 : 13-15.
3. Innis, M. A., and D. H. Gelfand. (1990) Optimization of PCR. In : PCR protocols (ed. by Innis, M.A., Gelfand, D.H.and Sninsky, J.J.). p. 12. Academic Press, New York.
4. Rasmussen, R., and G. Reed. (1992) Optimizing rapid cycle DNA amplification reactions. The Rapid Cyclist 1 : 79-91.
5. Saiki, R. K. (1989) The design and optimization of the PCR. In:PCR technology (ed. by Erlich, H.A.) . PP.7-16. Mistockton Press, New York.
6. Williams, J. G. K., A. R. Kubelik, K.J. Livak, J. A. Rafalski, and S. V. Tingey. (1990) DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 18 : 6531-6535.
7. Wittwer, C. T., G. C. Fillmore, and D. R. Hillyard. (1989) Automated polymerase chain in capillary tubes with hot air. Nucleic Acids Res. 17 : 4353-4357.
8. Wittwer, C. T., G. C. Fillmore, and D. R. Hillyard. (1990) Minimizing the time required for DNA amplification by efficient heat transer to small samples. Anal. Biochem. 186 : 328-331.
9. Wittwer, C. T., and D.J. Garling. (1991) Rapid cycle DNA amplification : time and temperature optimization. Biotechniques 10 : 76-83.

Optimization of Random Amplified Polymorphic DNA Analysis System for Maize (*Zea mays* L.) Genetic Diversity[1]

Shu Chen[2] and Kae-Kang Hwu[3]

Summary

The objective of this study is to optimize Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) fingerprinting analysis system of maize. Various conditions of polymerase chain reaction were tested in a thermo-cycling instrument using maize inbred line Mo17 and a tenbase random primer. The amplification condition optimized for the number of bands was 3mM Mg^{++}, 4μM primer, annealing 、extending and denaturing at 36°C 、72°C 、94°C for 0 、45 and 0 second, respectively, for 45 cycles. Differences were detected among maize inbred lines B57 、B76 、H95 、HCBSA 、Mo17 、R98-13 and Ds1343 with primer OPERON A-02.

Key words: *Zea mays* L., Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD).

1. Contribution No. 1797 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research Assistant, Crop Genetic Resources Laboratory, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：258～278（1995）

不同海拔與採收期對本省柴胡性狀、產量與成分之影響[1]

劉新裕[2]　王昭月[3]　劉慧瑛[4]　宋麗梅[2]

摘要：不同海拔（85、550及850m）對於兩種省產柴胡之株高、葉重、根長、根徑及根重之影響很大，較高海拔（850m）對於柴胡葉重及根長之生育較爲有利，較低海拔（85m）對株高、根徑及根重之生長促進效果較佳，惟其田間存活率較低。兩種柴胡於不同採收期（定植後3月、6月及10月）之性狀與收量之表現有很大差異，除了株高及根重外，皆以六月生者較佳。由兩種柴胡品種間性狀與產量之比較結果可知，臺農1號之株重、莖徑、莖重、葉寬及葉重之表現，較高氏柴胡爲佳，高氏柴胡在分蘗數、根徑及根重之表現則較優於臺農1號。由成分分析之比較結果可知，不論品種、海拔、採收期與部位，柴胡皆含相當量之粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、灰分、可溶性無氮物、主要與微量礦物質及或多或少之維生素。兩種柴胡根部 saikosaponin 之平均總含量以高氏柴胡略高於臺農1號；不同海拔或採收期中，以六月生或較低海拔者較佳。

關鍵詞：柴胡品種、海拔、採收期、有效成分。

近年來經由醫藥研究單位之證實，有些生藥及其製劑，如柴胡等，具有顯著增強免疫及調整體質之作用[4]。柴胡係我國傳統醫藥中極爲重要的肝膽疾病常用生藥[1,2]，自古即列爲「神農本草經」上品藥用植物，能解熱、解毒、消炎、鎮靜、安神及改善肝實質機能，亦具抗過敏、抗炎症、誘生Interferon[4] 及抗潰瘍[24,25]等作用，爲「傷寒論」少陽病之主藥[8,13]，亦爲最受重用之生藥材料之一。含柴胡之製劑如小柴胡湯等，在臨床上常有令人耀眼的治病或保健功效。本省素來對於柴胡之需要量極大，每年須自香港進口大量的北柴胡。

柴胡爲繖形科（*Umbelliferae*）柴胡屬（*Bupleurum* L.）之草本植物，同屬植物約有100種以上，分佈於北半球。由於柴胡種類繁多，品種複雜，來自不同基源之有效成分含量之差異甚大，影響其藥效及藥理作用亦鉅，如何選取正確之柴胡品種，應爲所有相關研究之首要步驟。目前在本省被利用之柴胡品種有三種，進口之柴胡以北柴胡（*Bupleurum chinense* DC.）爲主，省產柴胡以由本所自日本引進並選育之三島柴胡臺農1號（*B. falcatum* L. cv. Tainung No.1），以及由高木村先生等人共同發現命名之臺灣特有種高氏柴胡（*B. kaoi* Liu Chao et Chuang）爲代表。國內醫藥單位已經證實，省產三島柴胡及高氏柴胡之品質優異，根軟氣香，其保肝等藥理效用遠較北柴胡爲佳[3,4]，值得重視及大量開發利用。

野生的高氏柴胡分佈於本省北及中部，原本即甚稀少，近來經人採集，更屬少見，屬於多年生草

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1798號。
2. 本所農藝系研究員、約僱助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所作物種原室助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 本所農化系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本，一般株高40～90cm，全株光滑無毛。根生葉長橢圓披針形，先端銳尖，莖生葉多數，倒披針形。花黃色，小花梗長1～3cm，果實橢圓形，長2～3mm，直徑1.0～1.5mm。三島柴胡臺農1號之植株生育強健，一年生株高可達100cm，莖直立質堅，葉互生，植株下半部葉形較大，葉長約15cm，寬約1.5cm，花為複繖形花序，果實為分裂果，種子長橢圓形，千粒重1.23～1.68g。由本所歷年在各地區試驗所得根產量之綜合結果可知，栽培於中高海拔山坡地一年生之臺農1號根產量可達1,000kg/ha 以上；平地一年生產量可達600kg/ha，一年半生為1,168kg/ha。其根中 saponin 之平均含量為2.75%，變域為1.05～7.43%[10,11]。

由於柴胡屬植物之種類繁多，產量與品質之差異很大，正確基原植物之選定，對於柴胡資源之開發與利用具有重大之影響作用。依據文獻及本所之初步觀察結果可知，高氏柴胡與三島柴胡臺農1號的區別主要有下列數點：在染色體數方面，三島柴胡臺農1號之染色體數為 $2n=16$，其另一變種狹葉柴胡（var. *scorzoneraefolium*）之染色體數亦為16，而高氏柴胡則為12[6]；在種子發芽及初期生長特性方面，高氏柴胡之發芽率稍高，分蘗能力很旺盛，且耐旱能力亦較優；在品質及藥效方面，依據高雄醫學院以大白鼠進行柴胡品種之肝炎控制試驗之結果可知，高氏柴胡之品質及藥效都較北柴胡及三島柴胡有過之而無不及[3,14,26]。有關此二品種其他之比較文獻則尚闕如。

本研究之主要目的在深入探討這兩種省產柴胡之種子發芽特性與田間成活情形，及不同海拔與採收期對於柴胡植株地上部位及地下根部性狀與產量之影響，以及一般營養成分與藥效成分等方面之差異，同時評估此二種柴胡之最佳採收時期、最佳種植地點及擴大植株利用部位之可行性，供為適時與適地生產柴胡之參考。

材料與方法

一、試驗材料：三島柴胡臺農1號及高氏柴胡之種子與種苗。於1991年底取兩種柴胡之新鮮種子，以自來水流浸2天，之後於本所溫室進行播種育苗。定植苗齡為播種後80天，種苗株高約8～10cm。

二、試驗方法

(一)兩種柴胡種子之發芽比較：

種子發芽研究以三島柴胡臺農1號及高氏柴胡之新鮮種子為材料，進行下列三項試驗，四重複，每重複之種子數為100粒。

1. 發芽適溫探討：於不同溫度之恆溫箱中（10，15，20，25，30°C），比較兩種省產柴胡種子發芽之最適、最高及最低溫度。
2. 低溫層育（cold stratification）對柴胡發芽之影響：將種子置於含有飽和水分之濾紙上，於0～4°C之冰箱中靜置8星期，之後取出放於15°C恆溫箱中進行發芽，以探討低溫層育處理對兩種柴胡種子發芽之影響，對照組為未經層育處理者。
3. 流水浸種對柴胡發芽之影響：將柴胡種子置於網袋內，以自來水流浸2天，之後取出，放於16°C恆溫箱中進行發芽，觀察浸水處理對柴胡種子發芽之影響。

(二)不同海拔及採收期對兩種柴胡性狀及產量之影響：

不同海拔包括位於平地之本所農場（TARI，海拔85m）、東勢山坡地（Tungshih，代號 TS，550m）及信義鄉本所羅娜種原保存圃（Lona, 850m）。三處試區定植之種苗數每品種各為1,000株，其中200株另區定植，供測田間初期成活率及其後之缺株率用。田間設計為RCBD，4重複，定植行株距為30×30cm，小區面積 18m²。於細整地時混施甘雨特肥（其組成主為45%之雞糞，及發酵過之鋸木屑、蚵殼粉與苦土石灰等），施用量為0.1ha　1,000kg；試驗進行期間每30天施追肥一次，追肥種類及用量為臺肥5號複合肥料（16—8—12），每株

10g 量；並依田間需要，進行除草與病蟲害防治工作。定植後3、6及10個月每品種每重複隨機取樣20株，進行下列性狀與收量之調查（括號內英文字爲其簡稱代號）：田間成活率、株高（TOP）、株重（PWT）、分蘗數（TIL）、莖徑（SDIA）、莖枝重（SWT）、葉長（LLN）、葉寬（LWI）、葉重（LWT）、根長（RLN）、根徑（RDIA）、根重（RWT）及花與果實重量（FF）。

本試驗之定植時間爲1992年三月，試驗終止於1993年元月。

㈢柴胡之成分分析：

1. 一般成分分析[15]：

(1)水分：精秤 1.0g 柴胡粉末樣本，以105°C 8 小時烘乾材料，以前後重量之差異，計算其水分含量。

(2)粗蛋白質：精秤 0.5g 粉末樣本，以 Semi-micro Kjeldahl 方法測出氮含量（N%），以 N%×6.25 表示。

(3)粗脂肪：精秤 1.0g 粉末樣本，利用 Soxhlet 裝置，以石油醚萃取測定。

(4)粗纖維：精秤 1.0g 粉末樣本，以 A.O.A.C 方法測定。

(5)灰分：精秤 1.0g 粉末樣本，以 600°C 灰化法測定。

(6)可溶性無氮物（NFE）＝100%－(水分%＋粗蛋白質%＋粗脂肪%＋粗纖維%＋灰分%)

2. 重要元素分析：

精稱 0.5g 樣本，於分解瓶中加入 1ml 過氯酸及 5ml 硝酸，浸漬過夜，經加熱後，使其慢慢分解至白煙出現並呈澄清狀，稍冷後加入 3N HCl 5ml 並加熱 5 分鐘，以 ICP 及 Flame Photometer 測定 P、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Ni、Co、S、K、Ge 及 B 等元素之含量。ICP 爲 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer 之簡稱。

3. 維生素含量測定[23]：

(1)carotene：精稱 2.0g 樣本，以丙酮抽出色素後，依 Methods of Vitamin Assay 測定 β-carotene 之含量。

(2)維他命C：精稱 2.0g 樣本，依 A.O.A.C 方法中之 2,4-dichlorphenol indophenol 滴定法測定。

(3)維他命 B_1、B_2 及 Niacin：精稱 1.0g 樣本，加入 10ml 0.1N HCl，在沸水浴中煮30分鐘，再置入殺菌釜中經121°C30分鐘處理，俟冷卻後加入約 1ml 之 2N 醋酸鈉溶液，再加 0.1g Takadiastase 酵素，混合後在37～40°C 放置一夜；加水稀釋後以濾紙過濾，並定量至 50ml，濾液再以 0.45mμ 之玻璃棉濾紙過濾，然後直接注入高效液相層析儀（HPLC）中分析之。HPLC 之分析條件爲 Hitachi L-6000pump, L-4000 UV detector 及 D-2500 積分儀（Chromatointegrator）；column 爲 Spherisorb S5 ODS2 4×250mm 及 C18 guard column；oven 溫度爲 40°C；吸光波長爲280nm；移動相爲 25% methanol、3mM Sodium 1-Hexanesulfonate 及 0.8% acetic acid 之水溶液；流速0.75 ml/min；壓力爲 90kgf/cm^2。

4. 藥效成份分析法[14,26]：

先將柴胡乾燥根磨成約 60mesh 大小之粉末，於 40°C 下烘乾 4 小時，精細秤重 5g，三重複。以 100ml 的甲醇於 70°C 水浴中迴流萃取 1 小時，以脫脂棉過濾，所收集之濾液利用減壓濃縮儀濃縮至乾，即爲甲醇抽出物。經加入10ml 甲醇配成點樣溶液，以微量毛細管（micropipetten, 1—5μl）點注標準品（saikosaponin a、c 及 d）及樣品於 Merck

5557 (Kieselgel F_{254}) 之 TLC 板上，進行薄層色層分析，展開液爲 8 EtOAc：2 EtOH：1 H_2O，分離出 saikosaponin c、a 及d後，在 105°C 以15%的濃硫酸均勻噴霧，經加熱3分鐘促使呈色，再利用掃描積分儀（CAMAG TLC Scanner II, V3.04型）掃描：燈源爲 deuterium，波長設定爲 366nm，掃描速率爲 0.5mm/s, mode absorbance 及 reflection, sens 170, span 7, offset 5%, slit width 6。之後即可與標準曲線對照，並換算出樣品 saikosaponin c、a 及 d 之含量。

(四)上述各項試驗所得數據，均經變方分析，並以 LSD Test 分析處理間之差異顯著性。

結　果

一、栽培試區之氣象與土質資料

本研究主要之田間試驗起自1992年三月，止於1993年元月，在本所前後將近11個月之氣象資料列於表1a。由1992年三月之 19.8°C 起，溫度即逐漸上升，至七月爲最高溫，達 27.8°C，溫度自10月起下降頗大，至1993年元月時達最低溫之15.1°C。此期間柴胡所歷經之平均溫度爲 22.7°C。就相對濕度而言，在試驗期間大抵皆在83—89%之間。就日射量而言，1992年12月及1993年元月正値低溫期之日射量在8.4—9.8（M.J./m²/day）之間，1992年七月之高溫期達15.3（M.J./m²/day），其餘期間介於10.0—13.9之間。降雨量在此試驗期間皆不多，只1992年七月及八月接近或大於 10mm，餘皆甚低，1992年10至11月間則全不降雨。其他二處試區東勢及羅娜並無當地之氣象資料可供比較，惟取用鄰近地區之氣象資料供作參考，東勢之鄰區爲新社，羅娜爲和社。新社與和社之溫度變化趨勢與本所類似，惟新社之高溫期爲1992年七月及八月，平均月溫同爲26.3°C，低溫期爲1993年元月之13.4°C；和社之高溫期爲1992年八月之25.3°C，低溫期爲1993年元月之14.8°C，此二地區於試驗期間之平均溫度依次各爲21.6及20.3°C，皆較本所爲低。就降雨量而言，新社於1992年四月、七月及八月皆有120mm 以上之降水記錄，和社於1992年四月及八月分別有113.3及 172.7mm 之雨量，兩地自1992年10月份起之降雨量雖驟降，但仍較本所爲高。於此試驗期間，新社之降雨量略高於和社，兩地又較本所爲高（表1b）。此外，就土質而言，本所試區爲壤土，東勢及羅娜試區爲砂質壤土。

表 1a. 1992及1993年本所氣象資料調查值[z]

Table 1a. The variation of climate at TARI during 1992 and 1993

Month	Temp. (°C)		Rel. humidity (%)		Light intensity (M.J./m²/day)		Precipitation (mm)	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993
1	15.32	15.05	85.35	85.67	8.79	9.84	0.92	0.45
2	15.39	17.68	86.67	83.92	8.32	11.95	5.09	0.03
3	19.81	19.13	84.81	86.29	10.00	10.98	4.39	3.92
4	22.08	22.04	86.66	91.56	10.16	11.25	8.95	3.88
5	23.98	25.37	85.83	90.85	11.84	14.65	3.45	12.34
6	26.81	27.25	84.30	84.71	13.85	14.16	5.20	11.03
7	27.80	28.70	85.00	80.60	15.32	16.58	10.20	4.05
8	26.90	28.10	89.10	85.00	13.80	16.50	16.95	4.20
9	26.90	26.70	87.10	80.50	12.02	14.17	5.60	1.58
10	22.66	23.81	83.20	77.46	12.58	12.87	0	3.59
11	19.50	21.69	85.30	84.62	10.05	8.67	0	1.08
12	18.53	17.60	85.45	77.30	8.43	8.85	0.13	0.20

[z]Source: Weather station at TARI.

表 1b. 新社及和社兩地區之氣象資料調查值 (1992～1993)[z]

Table 1b. The variation of climate at Sin-She and Ho-She during 1992 and 1993

Month	Sin-She				Ho-She			
	1992		1993		1992		1993	
	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Temp. (°C)	Prec. (mm)
1	14.1	10.4	13.4	10.7	13.2	24.30	14.8	19.8
2	14.4	64.5	15.7	4.8	14.7	79.20	18.9	0
3	19.5	73.0	17.4	60.7	17.7	36.50	18.7	32.2
4	21.5	120.0	20.7	30.4	18.8	113.30	19.8	44.0
5	23.1	67.7	24.0	54.6	20.2	36.00	21.6	66.0
6	25.4	67.0	26.9	20.5	22.2	60.50	25.5	30.8
7	26.3	132.9	27.2	17.6	24.7	7.30	25.2	49.0
8	26.3	123.3	26.6	63.0	25.3	172.70	25.6	26.5
9	25.2	54.3	25.4	10.5	23.2	43.30	24.3	29.5
10	21.5	0	22.7	0	21.2	0	21.9	9.8
11	18.1	0	21.2	11.3	17.2	1.25	20.6	16.0
12	17.3	3.7	17.4	3.5	17.9	6.20	17.4	7.5

[z]Source: Central Weather Bereau.

二、種子發芽率與田間缺株率之比較

臺農 1 號種子之千粒重爲 1.336g，較高氏柴胡之 1.108g 爲重。於不同溫度之恆溫箱中 (10、15、20、25及30°C) ，比較兩種柴胡種子之發芽溫度，由試驗結果得知，兩種柴胡之較佳發芽溫度範圍介於 15～20°C 之間，適溫爲 16°C，最高溫限爲 25°C，最低溫限爲 10°C。在恆溫 16°C 時，未經處理之臺農 1 號之發芽率爲47.2%，顯著低於高氏柴胡之57.4%；在 15°C 時，兩種柴胡之發芽率偏低，介於20.4～21.6%間，差異不明顯。低溫層育對柴胡之發芽有促進作用，種子先經0～4°C (冰箱中) 層育八星期，之後於 15°C 恆溫箱中進行發芽，臺農 1 號之發芽率提升爲70.5%，顯著高於高氏柴胡之56.2%；浸水處理可明顯促進兩種柴胡之發芽率，浸水48小時後於 16°C 恆溫箱中進行發芽，高氏柴胡之發芽率爲81.7%，顯著高於臺農 1 號之67.5% (表2) 。

表 2. 兩種柴胡種子之千粒重及發芽率之比較

Table 2. Comparisons on 1000-seed weight and germinaion rate of two *Bupleurum* species

Species	1000-seed wight (g)	Germination rate (%)			
		CK (15°C)	Pret. 4°C[y] (15°C)	CK (16°C)	Pret. soaking[y] (16°C)
B. falcatum cv.					
Tainung No. 1	1.336 a[z]	20.4 a	70.5 a	47.2 b	67.5 b
B. Kaoi	1.108 a	21.6 a	56.2 b	57.4 a	81.7 a

[z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% by the LSD test.

[y] Pret. 4°C=Pretreatment of cold stratification at 0～4°C for 8 weeks.

Pret. soaking=Pretreatment of soaking in running water for 48 hours.

兩種柴胡於三處不同海拔之田間存活情形列於表3。臺農1號之存活率隨定植時間遞減，但隨海拔之升高有略佳之存活率；於定植後3、6及10個月之平均存活率依次爲78.6%、72.1%及65.0%，在85m、550m 及 850m 之平均存活率依次爲69.8%、71.7%及74.1%。高氏柴胡田間存活趨勢類似臺農1號，但總平均存活率78.0%較臺農1號之71.9%爲高。

表 3. 兩種柴胡於三處不同海拔田間存活率之比較

Table 3. Comparison on the field survival rates (%) of two *Bupleurum* species species cultivated at three elevations

Location	Elevation	Tainung No. 1				*B. kaoi*			
		3M[z]	6M	10M	Mean	3M	6M	10M	Mean
TARI	85m	77.5	70.7	61.2	69.8	93.3	70.6	65.9	76.6
TS	550m	79.2	71.6	64.3	71.7	93.3	71.4	67.5	77.4
Lona	850m	79.2	73.9	69.4	74.1	81.7	79.3	78.6	79.9
Mean		78.6	72.1	65.0	71.9	89.4	73.8	70.7	78.0

[z]M=months after transplanting.

三、不同海拔及採收期對柴胡農藝性狀與產量之影響

不同海拔及採收期對兩種柴胡農藝性狀與部位收量之變方分析結果列於表4。不同海拔對柴胡株高、葉重、根長、根徑、根重及花與果重均有明顯的影響效果。不同採收期對柴胡株高、株重、莖徑、莖重、葉重、根長、根徑、根重及花與果重之影響，皆達極顯著水準。柴胡品種間之株重、分櫱、莖徑、莖重、葉寬、葉重、根徑及根重之差異，亦達極顯著或顯著水準。不同採收期與不同海拔對株高、葉重、根長、根徑及根重等性狀；不同採收期與不同品種對株高、莖重、葉重、根長、根徑及根重等性狀；以及不同海拔與不同品種對株高，均有明顯交感效應；不同採收期、不同海拔及不同品種三項對柴胡之株高有極顯著之交感效應（表4）。

比較兩種柴胡植株各部位性狀與收量之差異可知，在株高、葉長、根長及花與果重等四種性狀方面，兩種柴胡之差異不明顯；臺農1號在株重、莖徑、莖重、葉寬及葉重等性狀之表現較高氏柴胡爲優；高氏柴胡在分櫱數、根徑及根重等三性狀之表現則較臺農1號爲優。在不同採收期中，柴胡定植三個月後即行採收，除了對分櫱數影響不大外，對其他性狀與收量均有顯著負面影響；定植六個月後採收，柴胡在株重、分櫱數、莖徑、莖重、葉長、葉寬、葉重、根長、根徑及花與果重等10種性狀與收量之表現均佳，只在株高與根重兩項之表現，明顯較10個月採收者較差，但優於三個月採收者；於定植後10個月採收者，在株高及根重之表現最好，但此時柴胡之株重、莖徑、莖重、葉長、葉重與根徑之表現，則不如六個月者。在不同海拔方面，海拔 85m、550m 及 850m 對柴胡株重、分櫱數、莖徑、莖重、葉長、葉寬及花與果實重等七項性狀與收量之影響不大；較高海拔試區（羅娜，850m）對柴胡葉重及根長有顯著促進作用；但較低海拔試區（本所，85m）對柴胡株高、根徑及根重有明顯增進作用（表5）。

表 4. 海拔與採收期對不同柴胡品種農藝性狀與部位收量之變方分析

Table 4. Analysis of variance of agronomic characteristics and harvested amounts of *Bupleurum* spp. subjected to different elevations and harvesting dates

Source	D.F.	Mean squares											
		Plant			Stem		Leaf			Root			Flower & Fruit wt. (g)
		height (cm)	weight (g)	tiller (No.)	diameter (mm)	weight (g)	length (cm)	width (cm)	weight (g)	length (cm)	diameter (mm)	weight (g)	
REP (Location)	9	43.178	359.147	120.036	1.075	171.373	38.891	0.728	39.034	4.514	2.899	2.509	46.076
Harvesting date (H)	2	5,043.837**	48,274.152**	183.869	56.080**	20,178.797**	117.058	0.359	2,346.073**	172.727**	717.022**	322.912**	584.113**
Variety (V)	1	1.386	13,519.709**	978.515**	68.640**	4,375.022**	103.944	3.869*	1,895.125**	0.580	35.084**	41.709**	89.959
Elevation (E)	2	1,336.184**	450.342	147.847	0.602	144.442	4.474	0.239	252.065*	29.371**	80.500**	101.888**	98.238*
H×E	4	392.704**	449.612	109.406	0.462	63.367	4.884	0.257	501.670**	48.409**	8.474*	20.576*	16.663
H×V	2	1,324.172**	2,273.961	169.011	1.814	1,027.863*	12.895	1.854	335.872**	19.172**	27.200**	29.578**	44.181
E×V	2	191.850*	298.106	194.135	0.699	20.554	61.742	1.059	19.283	1.999	2.719	2.942	53.874
H×E×V	4	190.183**	173.228	103.063	0.884	174.757	36.285	0.745	23.129	7.764	0.594	1.715	43.004

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表 5. 品種、採收期與海拔對柴胡農藝性狀與部位收量之影響

Table 5. Effects of varieties, harvesting dates and elevations on the agronomic characteristics and harvested amounts of *Bupleurum* spp.

Treatment	Plant			Stem		Leaf			Root			Flower & Fruit wt. (g)
	height (cm)	weight (g)	tiller (No.)	diameter (mm)	weight (g)	length (cm)	width (cm)	weight (g)	length (cm)	diameter (mm)	weight (g)	
Varieth												
Tainung No. 1	62.51a[z]	79.40a	1.43b	6.13a	40.94a	13.71a	1.35a	22.89a	14.66a	10.32b	5.26b	10.30a
B. kaoi	62.24a	51.99b	8.80a	4.17b	25.35b	11.30a	0.89b	12.63b	14.83a	11.71a	6.78a	8.07a
Harvesting dates (Months after transplanting)												
3 month	46.03c	19.76c	1.95a	4.23b	4.66c	11.14b	1.07a	9.66c	11.67b	5.02c	1.94c	3.49c
6 month	67.42b	109.38a	7.08a	6.91a	62.63a	15.05a	1.26a	28.78a	16.55a	15.73a	7.06b	12.16a
10 month	73.68a	67.94b	6.32a	4.31b	32.14b	11.32b	1.03a	14.83b	16.04a	12.29b	9.06a	11.91a
Elevation												
Lona(850m)	57.79b	69.39a	3.57a	5.12a	35.93a	12.61a	1.04a	21.47a	15.99a	10.06b	4.83b	7.13a
TS(550m)	58.35b	60.93a	3.80a	5.01a	31.33a	12.03a	1.09a	15.51b	13.87b	9.86b	4.82b	9.26a
TARI(85m)	70.98a	66.77a	7.98a	5.32a	32.17a	12.87a	1.23a	16.29b	14.39b	13.13a	8.40a	11.17a

[z] Means followed by the same letter within each column of separate treatment are not significantly different at 5% level by LSD test.

在採收期、海拔及品種對兩種省產柴胡性狀與收量之交感效應方面，就單株平均株高而言，下列四種處理組合對株高較有促進作用，其株高介於 73.5～81.1cm 之間，表現較優，此即本所試區兩種柴胡於六個月採收時、臺農 1 號於六個月採收、本所試區之高氏柴胡以及本所試區臺農 1 號於六個月採收者，分別可達80.6cm、75.2cm、73.5cm 及81.1cm；在下列情形則反之，株高只介於 27.8～39.5cm 之間，如羅娜試區柴胡於三個月採收時、臺農 1 號於三個月採收以及羅娜試區臺農 1 號於三個月採收者之株高較低，依次只有 39.5cm、39.0cm 及 27.8cm 而已。

就單株平均分蘖數而言，本所試區柴胡於六個月採收、高氏柴胡於六個月採收、本所試區之高氏柴胡以及本所試區之高氏柴胡於六個月採收之分蘖數較多，其單株之間最多分別可達14.9支、12.8支、14.8支及28.5支，而平均分蘖數則分別可達3.9支、5.5支、7.5支及6.5支；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生台農 1 號、本所試區之臺農 1 號、羅娜與本所試區三個月生臺農 1 號以及東勢試區六個月生臺農 1 號之分蘖數較少，依次只有1.9支、1.3支、1.1支及1.3支而已。

就單株平均莖徑而言，東勢試區柴胡於六個月採收、六月生臺農 1 號、羅娜試區臺農 1 號以及東勢試區六月生臺農 1 號有較粗之莖徑，分別達7.0mm、8.2mm、6.2mm 及 8.6mm；而東勢試區柴胡於三個月採收、10個月生高氏柴胡、東勢試區高氏柴胡以及東勢試區三月生高氏柴胡之莖徑較細，依次只有 3.9mm、3.3mm、4.0mm 及 3.2mm 而已。

就單株平均葉長而言，六個月生臺農 1 號及羅娜試區之臺農 1 號有較大之葉長，分別達 15.5cm 及 15.0cm；而東勢試區柴胡於10個月採收、三個月生高氏柴胡、東勢試區之高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之葉長較小，依次只有 10.6cm、9.2cm、10.2cm 及 9.1cm 而已。

對單株平均葉寬而言，三個月生臺農 1 號及東勢試區之臺農 1 號有較大的葉寬，分別達 1.6cm 及 1.5cm；而本所試區柴胡於10個月採收、三個月生高氏柴胡、東勢試區之高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之葉寬較小，依次只有 1.0cm、0.6cm、0.7cm 及 0.5cm 而已。

就單株平均根長而言，羅娜試區柴胡於10個月採收、10個月生高氏柴胡、羅娜試區之高氏柴胡以及羅娜試區10個月生高氏柴胡有較大的根長，分別達 20.2cm、16.9cm、16.4cm 及 21.8cm；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡、東勢地區之高氏柴胡以及羅娜試區三個月生高氏柴胡之根長較短，依次只有 10.6cm、10.8cm、13.8cm 及 10.5cm 而已。

對單株平均根徑而言，本所試區柴胡於六個月採收及本所試區六個月生高氏柴胡有較大之根徑，分別達 18.4mm 及 19.8mm；而東勢試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之根徑較細，分別只有 4.1mm、4.6mm 及 3.6mm 而已（表6）。

表 6. 不同海拔與採收期對兩種柴胡農藝性狀之影響

Table 6. Influence of various elevations and harvesting dates on the agronomic characteristics of *B.kaoi* and *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 cultivated during 1992—1993

Species	Location	Whole plant		Stem Diameter (mm)	Leaf		Root	
		Height (cm)	Tiller (number)		Length (cm)	Width (cm)	Length (cm)	Diameter (mm)
Harvesting after 3 months of transplanting (June. 1992)								
Tainung NO. 1	Lona	27.83b[z]	1.25b	4.81a	13.95a	1.55a	10.75a	4.94a
B. kaoi	Lona	51.25a	2.45a	3.41b	9.20a	0.58b	10.53a	3.94a
Tainung NO. 1	TS	39.55a	1.28b	4.68a	12.78a	1.48a	11.20a	4.71a
B. kaoi	TS	41.38a	2.45a	3.16b	9.13b	0.53b	10.53a	3.57a
Tainung NO. 1	TARI	49.68b	1.25b	5.28a	12.43a	1.65a	15.68a	6.83a
B. kaoi	TARI	66.50a	3.03a	4.03a	9.35b	0.63b	11.33a	6.17a
Harvesting after 6 months of transplanting (Sept. 1992)								
Tainung NO. 1	Lona	68.60a	1.50b	8.39a	17.05a	1.27a	17.38a	12.96a
B. kaoi	Lona	45.58b	4.83a	5.40a	11.58b	0.82b	16.96a	14.93a
Tainung NO. 1	TS	75.99a	1.25b	8.61a	17.35a	1.44a	16.26a	12.25a
B. kaoi	TS	53.10b	5.18a	5.42b	11.75b	0.86b	16.83a	15.84a
Tainung NO. 1	TARI	81.10a	1.25b	7.49a	12.10a	0.89a	15.25a	17.12a
B. kaoi	TARI	80.13a	6.53a	5.48a	7.79a	0.53b	17.35a	19.73a
Harvesting after 10 months of transplanting (Jan. 1993)								
Tainung NO. 1	Lona	77.40a	2.66a	5.47a	13.96a	1.23a	18.59a	11.20a
B. kaoi	Lona	77.07a	8.75a	3.23b	9.92b	0.77b	21.75a	12.43a
Tainung NO. 1	TS	68.85a	1.58b	4.87a	11.53a	1.53a	14.25a	10.55a
B. kaoi	TS	71.25a	11.05a	3.34b	9.65b	0.73b	14.15a	12.23a
Tainung NO. 1	TARI	74.63a	0.85b	5.54a	12.22a	1.13a	12.60a	12.32a
B. kaoi	TARI	73.88a	13.03a	3.41b	10.66a	0.80b	14.88a	15.05b

[z] Means followed by the same letter within each column of separate harvesting date and location are not significantly different at 5% level by LSD test.

就單株平均株重而言，羅娜試區柴胡於六個月採收時、臺農 1 號於六個月採收以及羅娜試區臺農 1 號於六個月採收者之株重較大，分別達121.8g、133.8g 及 143.4g；而東勢地區柴胡於三個月採收、高氏柴胡於三個月採收以及羅娜試區高氏柴胡於三個月採收者之株重較小，依次只有 18.2g、14.3 g 及 12.8g 而已。

對單株平均莖重而言，六個月生臺農 1 號及本所試區六個月生臺農 1 號有較大之莖重，分別達

76.5g 及 81.2g；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡以及羅娜試區三個月生高氏柴胡之莖重較小，依次只有 4.2g、3.8g 及 3.3g 而已。

就單株平均葉重而言，羅娜試區柴胡於六個月採收以及羅娜試區六個月生臺農 1 號有較大之葉重，分別達 42.0g 及 53.4g；而三個月生高氏柴胡以及羅娜試區三個月生高氏柴胡之葉重較輕，依次只有 5.4g 及 4.7g 而已。

就單株平均根重而言，本所試區柴胡於10個月採收及本所試區10個月生高氏柴胡有較大之根重，分別達 11.6g 及13.6g；而東勢試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之根重較小，依次只有 1.7g、1.5g 及 1.3g 而已。

對單株平均花與果實重而言，本所試區柴胡於六個月採收、10個月生臺農 1 號以及本所試區10個月生臺農 1 號有較大之花與果重，分別達 14.4g、14.3g 及 19.5g；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生臺農 1 號以及羅娜試區三個月生臺農 1 號之花與果重較小，依次只有 3.0g、3.2g 及 2.6g 而已（表7）。

表 7. 不同海拔與採收期對兩種柴胡植株部位收量之影響

Table 7. Influence of various elevations and harvesting dates on the fresh weight of each plant part of *B.kaoi* and *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 cultivated during 1992—1993

Species	Location	Whole plant wt.	Stem wt.	Leaf wt. (g/fr. wt./plant)	Root wt.	Flower & Fruit wt.
Harvesting after 3 months of transplanting (June. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	24.31a[z]	5.07a	14.48a	2.17a	2.55a
B. kaoi	Lona	12.78b	3.34a	4.68b	1.29b	3.48a
Tainung NO. 1	TS	23.28a	4.98a	13.50a	2.10a	2.70b
B. kaoi	TS	13.16b	3.60b	4.85b	1.26b	3.93a
Tainung NO. 1	TARI	27.78a	6.47a	13.93a	3.02a	4.38a
B. kaoi	TARI	16.82b	4.50b	6.58b	1.82a	3.93a
Harvesting after 6 months of transplanting (Sept. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	143.35a	75.00a	53.40a	4.14a	10.78a
B. kaoi	Lona	100.33a	55.91a	30.51a	5.48a	8.39a
Tainung NO. 1	TS	123.03a	73.25a	32.14a	4.53a	12.82a
B. kaoi	TS	83.36a	49.06b	18.16b	5.79a	10.37a
Tainung NO. 1	TARI	134.95a	81.15a	28.14a	9.13a	16.52a
B. kaoi	TARI	119.62a	54.99a	14.01a	13.31a	12.30a
Harvesting after 10 months of transplanting (Jan. 1993)						
Tainung NO. 1	Lona	84.63a	51.41a	13.76a	6.56a	12.91a
B. kaoi	Lona	50.93a	24.88a	12.03a	9.36a	4.66a
Tainung NO. 1	TS	65.83a	36.23a	12.90a	6.13b	10.58b
B. kaoi	TS	56.45a	20.85b	11.25a	9.15a	15.20a
Tainung NO. 1	TARI	87.42a	34.89a	23.46a	9.55a	19.52a
B. kaoi	TARI	62.39a	24.60a	15.61a	13.59a	9.59a

[z] Means followed by the same letter within each column of separate harvesting date and location are not significantly different at 5% level by LSD test.

不同海拔及採收期對兩種柴胡植株各部位公頃產量之影響結果列於表8。不同採收期中，兩種柴胡在六個月採收者具有最大的莖部及葉部公頃產量，羅娜試區六個月生臺農 1 號之莖部及葉部產量分別達6.1及 4.3t/ha，高氏柴胡分別達4.9及 2.7t/ha；根部之單株收量雖以10個月採收者較高，但因田間存活率下降，本所試區之根部產量仍以六個月採收者較高，本所試區六個月生臺農 1 號及高氏柴胡之根部產量分別達0.7及 1.0t/ha；花與果產量以及各部位總產量大致仍以六個月較高，在不同海拔中，以羅娜（850m）及本所（85m）兩試區之結果較佳，羅娜試區臺農 1 號及高氏柴胡之全株總產量最高分別可達11.7及8.7t/ha，惟根部及花與果實之產量則以本所試較佳。就兩種柴胡品種而言，臺農 1 號之全株總產量較高氏柴胡爲高；葉部及莖部之產量亦有相同之趨勢；在根部產量方面，生育初期以臺農 1 號較高，但六個月後則反之，以高氏柴胡之根部產量較高；在花與果實產量方面，則兩種柴胡互有高下（表8）。

表 8. 不同海拔及採收期對兩種柴胡植株部位公頃產量之影響

Table 8. Influence of various elevations and harvesting dates on the yield of each plant part of *B.kaoi* and *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 cultivated during 1992—1993

Species	Location	Whole plant	Stem	Leaf	Root	Flower & Fruit
		(kg/ha, fr. wt)				
Harvesting after 3 months of transplanting (June. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	2,114	442	1,261	189	222
B. kaoi	Lona	1,150	300	421	116	313
Tainung NO. 1	TS	2,028	434	1,176	183	235
B. kaoi	TS	1,399	369	498	129	403
Tainung NO. 1	TARI	2,370	552	1,188	257	373
B. kaoi	TARI	1,727	462	675	187	403
Harvesting after 6 months of transplanting (Sept. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	11,651	6,097	4,341	337	876
B. kaoi	Lona	8,748	4,877	2,661	478	732
Tainung NO. 1	TS	9,691	5,769	2,555	357	1,010
B. kaoi	TS	6,548	3,583	1,426	455	814
Tainung NO. 1	TARI	10,494	6,311	2,188	710	1,285
B. kaoi	TARI	7,348	4,271	1,088	1,034	955
Harvesting after 10 months of transplanting (Jan. 1993)						
Tainung NO. 1	Lona	6,462	3,925	1,050	501	986
B. kaoi	Lona	4,403	2,151	1,040	809	403
Tainung NO. 1	TS	4,659	2,563	912	436	748
B. kaoi	TS	4,191	1,548	835	679	1,129
Tainung NO. 1	TARI	5,885	2,349	1,579	643	1,314
B. kaoi	TARI	4,595	1,783	1,132	985	695

四、兩種柴胡性狀間之相關分析

依據前述之調查結果，兩種柴胡性狀與收量間之相關分析結果列於表9。柴胡株高愈高時，其株重、莖徑、莖重、根徑、根重及花與果實重將愈大，且根長愈長。柴胡之株重與莖徑、莖重、葉重、根長、根徑、根重及花與果重，有極顯著正相關關係，惟與分蘖數及葉寬呈負相關，但未達顯著水準。分蘖數與葉長、葉寬、根徑及根重之正相關達極顯著水準。除了根重外，莖徑與莖重、葉長、葉寬

、葉重、根長、根徑及花與果重，均達顯著或極顯著正相關關係。莖重與葉重、根長、根徑、根重及花與果重呈極顯著正相關。葉長只與葉寬有極顯著正相關關係。葉重與根長、根徑及花與果重呈顯著或極顯著正相關關係。根長與根徑及根重有極顯著正相關，並與花與果重之正相關呈顯著水準。根徑與根重及花與果重有極顯著正相關關係。根重與花果重正相關關係極顯著。柴胡之生產與利用，若只注重根部時 ，則於栽培時有關其株高、株重、分蘗數、莖重、根長與根徑等性狀之促進技術似宜加強。

表 9. 柴胡性狀之相關分析

Table 9. Correlation analysis among different characteristics of *Bupleurum* spp.

Item	Plant		Stem		Leaf			Root			Flower & Fruit wt. (FF)
	Wt. (PWT)	Tiller (TIL)	Diam. (SDIA)	Wt. (SWT)	Length (LLN)	Width (LWI)	Wt. (TLWT)	Length (RLE)	Diam. (RDIA)	Wt. (RWT)	
TOP[z]	0.51**	0.19	0.29*	0.50**	0.10	0.01	0.23	0.46**	0.63**	0.60**	0.56**
PWT		−0.17	0.73**	0.97**	0.07	−0.11	0.86**	0.46**	0.69**	0.43**	0.63**
TIL			−0.05	−0.14	0.77**	0.76**	−0.21	0.15	0.31**	0.37**	0.10
SDIA				0.74**	0.38**	0.26*	0.73**	0.25*	0.40**	0.03	0.37**
SWT					0.10	−0.08	0.78**	0.48**	0.68**	0.37**	0.54**
LLN						0.93**	0.16	0.15	0.19	0.13	0.13
LWI							−0.02	0.09	0.08	0.09	0.06
TLWT								0.29*	0.42**	0.17	0.35**
RLE									0.53**	0.44**	0.29*
RDIA										0.77**	0.57**
RWT											0.49**

*,**indicated signifficance at 5% and 1% levels, respectively.

[z] TOP=plant height.

五、兩種柴胡植株一般成分之比較

柴胡樣本先經70°C乾燥48小時後，磨粉並進行一系列之成分分析，其一般成分之比較結果列於表10。

兩種柴胡品種之含水率介於8.9～9.1%之間；不同採收期中以10個月生之含水率明顯較 6 個月生爲高；不同海拔中以較低海拔之含水率略高於較高海拔；植株各部位乾粉之含水率 介於8.23～9.56%之間，以根部較高，莖枝之含水率明顯偏低。

在粗蛋白質含量方面，兩種柴胡品種介於13.9～15.4%之間；不同採收期中以 6 個月生之粗蛋白質含量17.3%，明顯較10個月生之15.1%爲高；不同海拔中較低海拔之粗蛋白質含量17.2%，顯著高於較高海拔之11.3%；植株各部位乾粉之粗蛋白質含量介於8.2～18.9%之間，以根部及花與果者較高，葉部次之，莖枝之粗蛋白質含量明顯偏低。

在粗脂肪含量方面，兩種柴胡品種介於7.21～7.28%之間；不同採收期中以 6 個月生之粗脂肪含量8.12%，較10個月生之7.25%略高；不同海拔中以較低海拔之粗脂肪含量略高於較高海拔；植株各部位乾粉之粗脂肪含量介於3.7～9.7%之間，以花與果及根部較高，葉部次之，莖枝之粗脂肪含量明顯偏低。

表10. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡一般成分之影響

Table 10. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the chemical compositions of *Bupleurum* spp.

Treatment	Moisture	Crude protein	Crude Fat	Fiber	Ash	NFE[y]
	% dry basis					
			Variety			
Tainung NO. 1	9.09a[z]	13.94a	7.21a	20.42a	6.23a	43.11a
B. kaoi	8.93a	15.35a	7.28a	19.72a	6.35a	42.37a
			Harvesting date			
6 month	8.11b	17.28a	8.12a	20.54a	6.31a	39.64a
10 month	10.25a	15.14b	7.25a	19.83a	5.67a	41.86a
			Elevation			
85 m	8.03a	17.18a	7.43a	22.58a	6.03a	38.75a
850 m	7.97a	11.34b	5.65a	21.18a	6.64a	47.22a
			Plant pary			
Leaf	9.13ab	15.42b	7.08b	13.41b	8.26a	46.70a
Stem	8.23b	8.23c	3.66c	35.13a	4.12c	40.63b
Root	9.56a	18.89a	9.35a	14.91b	6.13b	41.16b
Flower & Fruit	9.16ab	16.74ab	9.69a	15.20b	6.83b	42.38b

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

[y] NFE: nitrogen free extract.

在粗纖維含量方面，兩種柴胡品種介於19.7～20.4%之間；不同採收期中以 6 個月生之粗纖維含量較10個月生略高；不同海拔中以較低海拔之粗纖維含量略高於較高海拔；植株各部位之粗纖維含量介於13.4～35.1%之間，以莖枝之粗纖維含量明顯較高，花與果、根部及葉部次之。

在灰分含量方面，兩種柴胡品種介於6.2～6.4%之間；不同採收期中以 6 個月生之灰分含量較10個月生略高；不同海拔中以較高海拔之灰分含量略高於較低海拔；植株各部位之灰分含量介於4.1～8.3%之間，以莖枝之灰分含量4.12%明顯偏低，葉部最高，花與果及根部次之。

無氮抽出物中主要為碳水化合物，另含少量之有機酸。兩種柴胡品種之無氮抽出物介於42.4～43.1%之間；不同採收期中以10個月生之無氮抽出物含量較 6 個月生略高；不同海拔中以較高海拔者略高於較低海拔；植株各部位之無氮抽出物介於40.6～46.7%之間，以葉部最高，花與果、根部及莖枝次之。

六、兩種柴胡植株主要礦物元素含量之比較

柴胡植株五種主要礦物元素含量比較結果列於表11。

在硫（S）含量方面，兩種柴胡品種介於 232～282mg/100g 之間，臺農 1 號之含硫量顯著較高於高氏柴胡；不同採收期中以 6 個月生之硫含量246mg/100g，明顯較10個月生之201mg/100g為高；不同海拔中較低海拔之硫含量顯著高於較高海拔；植株各部位之硫含量介於122～295mg/100g之間，以花與果最高，根部及葉部次之，莖枝之硫含量明顯偏低。

在磷（P）含量方面，兩種柴胡品種介於384～398mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月生之磷

含量較10個月生略高；不同海拔中以較低海拔之磷含量略高於較高海拔；植株各部位之磷含量介於241～569mg/100g之間，以花與果及根部最高，葉部及莖枝之磷含量明顯偏低。

表11. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡主要礦物質含量之影響

Table 11. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the macro element content of *Bupleurum* spp.

Treatment	S	P	K	Ca	Mg
	mg/100g dry basis				
			Variety		
Tainung NO. 1	282b[z]	398a	1,372a	1,075a	262a
B. kaoi	232a	384a	1,408a	1,306a	184b
			Harvesting date		
6 month	246a	409a	1,635a	1,005a	207a
10 month	201b	405a	1,218b	1,289a	231a
			Elevation		
85 m	231a	337a	1,660a	851a	218a
850 m	163b	301a	1,128b	1,242a	215a
			Plant pary		
Leaf	230b	315b	1,706a	2,227a	208b
Stem	122c	241b	1,202b	639c	130c
Root	247b	499a	1,162b	534c	326a
Flower & Fruit	295a	569a	1,539a	1,448b	229b

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在鉀（K）含量方面，兩種柴胡品種介於1,372～1,408mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之鉀含量1,635mg/100g，顯著較10個月生之1,218mg/100g爲高；不同海拔中較低海拔之鉀含量顯著高於較高海拔；植株各部位之鉀含量介於1,162～1,706mg/100g之間，以葉部及花與果最高，莖枝及根部之鉀含量明顯偏低。

在鈣（Ca）含量方面，兩種柴胡品種介於1,075～1,306mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之鈣含量1,289mg/100g，較6個月生之1,005mg/100g略高；不同海拔中以較高海拔之鈣含量略高於較低海拔；植株各部位之鈣含量介於534～2,227mg/100g之間，以葉部最高，花與果次之，莖枝及根部之鈣含量明顯偏低。

在鎂（Mg）含量方面，兩種柴胡品種介於184～262mg/100g之間，臺農1號之含鎂量顯著較高於高氏柴胡；不同採收期中以10個月生之鎂含量較6個月生略高；不同海拔中較低海拔之鎂含量略高於較高海拔；植株各部位之鎂含量介於130～326mg/100g之間，以根部最高，花與果及葉部次之，莖枝之鎂含量明顯偏低。

七、兩種柴胡植株微量元素含量之比較

柴胡植株七種微量元素含量之比較結果列於表12。

在鐵（Fe）含量方面，兩種柴胡品種介於44～67mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之鐵含

量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之鐵含量顯著低於較高海拔；植株各部位之鐵含量介於28～107mg/100g之間，以根部最高，明顯較葉部、花與果及根部之鐵含量爲高。

在錳（Mn）含量方面，兩種柴胡品種介於6.0～6.6mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月生之錳含量較10個月生略高；不同海拔中以較高海拔之錳含量略高於較低海拔；植株各部位之錳含量介於3.22～9.77mg/100g之間，以葉部最高，花與果及根部次之，莖枝之錳含量明顯偏低。

表12. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡微量元素含量之影響

Table 12. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the micro element content of *Bupleurum* spp.

Treatment	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Ni	Co
	mg/100g dry basis						
Variety							
Tainung NO. 1	67a[z]	6.61a	1.60a	5.14a	2.17a	0.37a	0.07a
B. kaoi	44a	6.02a	1.12a	4.17b	2.27a	0.32a	0.04a
Harvesting date							
6 month	41a	5.57a	1.41a	4.92a	2.24a	0.35a	0.03a
10 month	37a	4.28a	1.52a	5.16a	1.89a	0.24a	0.03a
Elevation							
85 m	48b	6.09a	1.62a	4.39a	2.51a	0.39a	0.03a
850 m	96a	8.16a	0.97a	3.86a	2.11a	0.42a	0.09a
Plant pary							
Leaf	43b	9.77a	0.95b	3.96b	2.29a	0.29a	0.05ab
Stem	28b	3.22c	1.00b	3.68b	1.56a	0.35a	0.03b
Root	107a	5.61b	2.16a	5.89a	2.71a	0.38a	0.10a
Flower & Fruit	37b	6.81b	1.33ab	5.31a	2.40a	0.37a	0.05ab

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在銅（Cu）含量方面，兩種柴胡品種介於1.1～1.6mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之銅含量較 6 個月生略高；不同海拔中較低海拔之銅含量略高於較高海拔；植株各部位之銅含量介於0.95～2.16mg/100g之間，以根部及花與果最高，莖枝及葉部次之。

在鋅（Zn）含量方面，兩種柴胡品種介於4.2～5.1mg/100g之間，臺農 1 號之含鋅量顯著較高於高氏柴胡；不同採收期中以10個月生之鋅含量較 6 個月生略高；不同海拔中較低海拔之鋅含量略高於較高海拔；植株各部位之鋅含量介於3.68～5.89mg/100g之間，以根部及花與果最高，明顯較葉部及莖枝爲高。

在硼（B）含量方面，兩種柴胡品種介於2.2～2.3mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月生之硼含量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之硼含量略高於較高海拔；植株各部位之硼含量介於1.56～2.71mg/100g之間。

在鎳（Ni）含量方面，兩種柴胡品種介於0.32～0.37mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月之鎳含量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之鎳含量略低於較高海拔；植株各部位之鎳含量介於0.29

～0.38mg/100g之間。

在鈷 (Co) 含量方面，兩種柴胡品種介於0.04～0.07mg/100g之間；不同採收期中6個月生之鈷含量與10個月生同為0.03mg/100g；不同海拔中較低海拔之鈷含量略低於較高海拔；植株各部位之鈷含量介於0.03～0.10mg/100g之間，以根部較高，莖枝之鈷含量明顯偏低。

此外，兩種柴胡在不同採收期及各部位中皆未含鍺(Ge)。

八、兩種柴胡植株維生素含量之比較

柴胡植株維生素含量之比較結果列於表13。

在 carotene 含量方面，兩種柴胡品種介於 2.0～2.6mg/100g 之間；不同採收期中以10個月生之 carotene 含量較6個月生略高；不同海拔中較低海拔之 carotene 含量略高於較高海拔；植株各部位之 carotene 含量介於0.6～5.7mg/100g之間，以葉部最高，明顯較花與果、根部及莖枝之 carotene 含量為高。

在 ascorbic acid 含量方面，兩種柴胡品種介於14.3～19.2mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之 ascorbic acid 含量顯著較 10 個月生為高；不同海拔中較低海拔之 ascorbic acid 含量顯著高於較高海拔；植株各部位之 ascorbic acid 含量介於10.0～31.4mg/100g之間，以花與果最高，明顯較葉部、莖枝及根部之 ascorbic acid 含量為高。

表13. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡維生素含量之影響

Table 13. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the vitamin content of *Bupleurum* spp.

Treatment	β-Carotene	Ascorbic acid	B_1	B_2	Niacin
	mg/100g				
			Variety		
Tainung NO. 1	2.00a[z]	19.20a	0.05a	0.07a	2.02a
B. kaoi	2.57a	14.35a	0.12a	0.30a	1.46a
			Harvesting date		
6 month	2.07a	26.31a	0.07a	0.05a	0.25b
10 month	3.11a	12.76b	0.06a	0.18a	4.17a
			Elevation		
85 m	2.40a	19.10a	0.08a	0.08a	0.26a
850 m	1.71a	9.80b	0.14a	0.45a	1.15a
			Plant pary		
Leaf	5.69a	19.58b	0.03b	0.40a	4.78a
Stem	0.59b	10.97b	0.08ab	0.24a	0.38b
Root	0.92b	10.02b	0.16a	0.04a	1.11b
Flower & Fruit	1.75b	31.40a	0.04ab	0a	0.08b

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在 thiamine (B_1) 含量方面，兩種柴胡品種介於0.05～0.12mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之 B_1 含量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之 B_1 含量略低於較高海拔；植株各部位之

thiamine 含量介於0.03～0.16mg/100g之間，以根部、花與果及莖枝之 B_1 含量較高，葉部較低。

在 riboflavin (B_2) 含量方面，兩種柴胡品種介於0.07～0.3mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之 B_2 含量較 6 個月生略高；不同海拔中較低海拔之 B_2 含量略低於較高海拔；植株各部位之 B_2 含量介於0～0.4mg/100g之間。

在 niacin 含量方面，兩種柴胡品種介於1.46～2.02mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之 niacin 含量顯著較 6 個月生爲高；不同海拔中較低海拔之 niacin 含量略低於較高海拔；植株各部位之 naicin 含量介於0.08～4.78mg/100g之間，以葉部最高，明顯較根部、莖枝及花與果之 niacin 含量爲高。

九、兩種柴胡根部有效成分之比較

兩種柴胡根部在不同採收期及不同海拔有效成分之比較結果列於表14。

在 saikosaponin a (SA) 含量方面，兩種柴胡品種介於16.7～16.8mg/g之間；不同採收期中以 6 個月生之 SA 含量較10個月生略高；不同海拔之 SA 含量介於16.6～16.8mg/g之間。

在 saikosaponin c (SC) 含量方面，兩種柴胡品種介於10.6～10.7mg/g之間；不同採收期中以 6 個月生之 SC 含量較10個月生略高；不同海拔之 SC 含量介於10.3～20.0mg/g之間，以較低海拔之 SC 含量較高。

表14. 品種、採收期與海拔對柴胡 saikosaponin 含量之影響

Table 14. Effect of variety, harvest date and elevation on the saikosaponin content of *Bupleurum* spp.

Treatment	Saikosaponin a	Saikosaponin c	Saikosaponin d	Total
	mg/g			
		Variety		
Tainung NO. 1	16.8a[z]	10.7a	8.3a	35.8
B. kaoi	16.7a	10.6a	9.4a	36.7
		Harvesting date		
6 month	20.0a	13.9a	11.8a	45.7
10 month	18.3a	9.0a	14.1a	41.4
		Elevation		
85 m	16.8a	20.0a	10.7a	47.5
850 m	16.6a	10.3b	7.1a	34.0
		Lona (850m)		
Tainung No. 1	18.7a	12.3a	9.3a	40.3
B. kaoi	20.3a	2.0b	7.9a	30.2
		TARI (85m)		
Tainung No. 1	15.6a	10.2a	8.7a	34.5
B. kaoi	15.9a	9.0a	10.6a	35.5

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在 saikosaponin d (SD) 含量方面，兩種柴胡品種介於8.3～9.4mg/g之間，以高氏柴胡之 SD 含量略高；不同採收期中以10個月生之 SD 含量較 6 個月生略高；不同海拔之 SD 含量介於7.1～

10.7mg/g之間，以較低海拔之 SD 含量略高。

在 saikosaponin 之平均總含量方面，品種間以高氏柴胡之總含量較高；不同採收期中以 6 個月生之總含量較10個月生爲高；不同海拔之總含量以較低海拔之平均總含量較高。

在海拔與柴胡品種根部有效成分之交感效應方面，在海拔較高之羅娜試區，臺農 1 號根部 saikosaponin 之平均總含量爲 40.3mg/g，較高於高氏柴胡之 30.2mg/g，其中 SC 之含量，以臺農 1 號之 12.3mg/g 顯著較高於高氏柴胡之 2.0mg/g；臺農 1 號 SD 之含量 9.3mg/g，亦較高氏柴胡之 7.9mg/g 略高；惟臺農 1 號 SA 之含量 18.7mg/g，則略低於高氏柴胡之 20.3mg/g。在本所試區，臺農 1 號根部 saikosaponin 之平均總含量爲 34.5mg/g，略低於高氏柴胡之 35.5mg/g；其中 SA 之含量，臺農 1 號爲 15.6mg/g，略低於高氏柴胡之 15.9mg/g；臺農 1 號 SC 之含量 10.2mg/g，較高氏柴胡之 9.0mg/g 略高；臺農 1 號 SD 含量 8.7mg/g，則略低於高氏柴胡之10.6mg/g。

此外，高氏柴胡之莖部與葉部尙含約 0.08～0.47mg/g 之SC，而臺農 1 號之莖部與葉部亦另含約 0.08～0.26mg/g 之 SA。

討　論

柴胡之發芽率不高[5,9]，如未經處理之柴胡種子之發芽率介於20～57%之間，選取較大粒種子、掌握發芽適溫及採用促進發芽之措施等，將能有效加以改善。本省現有兩種柴胡種子大小之比較，種子千粒重以臺農 1 號之1.336g，較重於高氏柴胡之1.108g。以臺農 1 號種子先經2～10星期之低溫層育處理爲例，其14 mesh 之較大粒種子之發芽率，顯著較 20 mesh 者爲高[10]。在發芽適溫方面，兩種柴胡種子之最佳發芽溫度同爲16°C。在發芽促進試驗方面，未經處理之柴胡種子之發芽率不高，由表 2 之結果可知，以高氏柴胡之發芽率較臺農 1 號爲高；經八星期低溫層育處理後，臺農 1 號種子發芽率爲70.5%，顯著高於高氏柴胡之56.2%；浸種處理對柴胡發芽之促進效果甚佳，高氏柴胡可達81.7%，與臺農 1 號之67.5%差異顯著；利用其他方法[9,18]，如照光、日夜溫差及添加植物生長促進劑等，也有或多或少之促進作用。此外，柴胡之繁殖除了利用種子外，組織培養[7]等方法亦可採用。

柴胡植株各部位皆可供藥用及保健用途。除了傳統藥用之根部外，其他上部莖、葉及花與果之平均收量甚大，可達根部收量之 8 倍高；而且地上各部位與根相同，亦含相當量之營養成分、主要礦物元素、微量元素、維生素以及少量之有效成分等[10,20,26]，此由表10、11、12及13之結果亦可獲得證實，此無疑地將加大臺農 1 號及高氏柴胡全株之利用空間，可提高農友栽培此二種省產柴胡之興趣與收益。

柴胡之初期生長緩慢，栽培地點不可過旱、過濕與太熱，若栽培時間過長，將因管理不易等問題，影響田間存活率、產量及收益，故在生產方面，應愼重選取栽培地點及適時決定採收時間。由本研究之結果可知，於短期如六個月栽培柴胡時（不含育苗時間，約2～3個月），其栽培地點似可選取平地如本所（海拔85m）及較高海拔之山地如羅娜（850m）；若時間長達 1 年以上，則以較高海拔地區如羅娜較佳，因該地溫度較適宜，降雨量較均衡(表16)，且田間存活率較高(表3)。由於柴胡屬多年生之作物，其田間存活率與其生長時期成反比關係，六個月生柴胡之根部產量雖不如較晚採收者，但此時期植株其他部位之產量甚高、田間存活情形較佳及根部產量亦已達一定水準，且 saikosaponin 之平均總含量 6 個月生較10及 3 個月生爲高（表14）。將來若擴大柴胡之生產時，似可不必如一般文獻所謂須種植超過一年以上[19-22]，而可考慮以六個月之時間爲可行之採收時期。

柴胡之有效成分已確知爲 saikosaponin a, c 及 d，其中 a 及 d 經酸分解後，可再轉化爲 saikosaponin b_1 與 b_2。在與 saikosaponin 有關之鎭痛、鎭咳、解熱及肝障害之改善等作用方面，上述成分中，以 a、d、b_1 及 b_2 較爲有效，c 則較無效或幾乎無效[4,16,17]。由表14之結果可知，saikosaponin a 及 c 之含量以臺農 1 號略高，saikosaponin d 之含量及 saikosaponin 之平均總含

量則以高氏柴胡略高，惟差異均不顯著。此外，兩種柴胡在性狀、產量與營養品質等方面互有擅長，很難區分其間之高下，兩者應同為柴胡屬100種以上植物中之優良品種，值得進行開發與利用工作。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會（NSC 82-0409-B055-006）及行政院衛生署（DOH 82-CM-054）補助經費，特此致謝。柴胡藥效成分（saikosaponins）分析時，承蒙高雄醫學院林俊清及顏銘宏二位教授提供儀器及指導，併此致謝。

引用文獻

1. 中藥大辭典。1978。柴胡。2816—2825頁。昭人出版社。臺中市。
2. 林宏偉、黃雪芬、楊玲玲、顏焜熒、董大成。1986。肝炎中藥小柴胡湯系方劑對肝障礙之保護作用。中華民國第二屆世界中國醫藥學術大會論文摘要。65—66頁。行政院衛生署。臺北市。
3. 林俊清、陳明豐、吳重慶、張建雄、陳貞吟。1986。生藥的品質評價研究—臺灣產柴胡與進口柴胡對實驗性肝炎治療之比較。中華民國第二屆世界中國醫藥學術大會論文摘要。58—59頁。行政院衛生署。臺北市。
4. 林俊清。1990。生藥柴胡與柴胡劑。鎵寶彩色印刷有限公司。高雄市。
5. 胡敏夫、黃漢津、劉新裕。1987。不同採收期與貯藏法對柴胡種子發芽之影響。中華農業研究 36：267—275。
6. 高木村。1977。我與高氏柴胡—青草集。180—183頁。豐年社。臺北市。
7. 許家言、劉新裕、蔡新聲。1993。三島柴胡臺農一號之組織培養。中華農業研究 42：245—252。
8. 許鴻源。1980。柴胡—中藥材之研究。552—554頁。新醫藥出版社。臺北市。
9. 黃漢津、劉新裕。1987。柴胡種子發芽勢之改良研究。中華農業研究 36：258—266。
10. 劉新裕。1988。不同海拔地區對三島柴胡生育性狀、產量及有效成分 saponin 含量之影響。中華農業研究 37：396—404。
11. 劉新裕、徐原田、胡敏夫、邱善美。1989。三島柴胡臺農 1 號之育成。中華農業研究 38：326—334。
12. 劉新裕、王昭月、李肇昌、李春越。1991。三島柴胡臺農一號之適應能力及其有效利用部位之開發研究。中華農業研究 40：28—36。
13. 賴榮祥。1976。柴胡—原色生藥學。81—85頁。創譯出版社。臺中市。
14. 顏銘宏。1992。臺灣產生藥高氏柴胡的品質評價基礎研究。私立高雄醫學院藥學研究所博士論文。高雄市。
15. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Methods of Analysis A.O.A.C. 11th ed. Pub. by Association of Official Agricultural Chemists Washington, D. C.
16. Kanazawa, H., Y. Nagata, Y. Matsushima, M. Tomoda and N. Takai. 1993. Determination of acidic saponins in crude drugs by high performance liquid chromatography on ocatdecylsilyl porous glass. J. Chromatogr. 630：408—414.
17. Katakura, M., T. Kimura and I. Endo. 1991. Production of saikosaponins by tissue culture of *Bupleurum falcatum* L. Bioprocess-Eng. Berlin, W. Ger.: Springer-Verlag. Nov v. 7：97—100.
18. Kawatani, T., Y. Kaneki and Y. Momonoki. 1976. Studies on the seed germination of *Bupleurum falcatum* L. I. Influence of the time elapse after seed harvest and light conditions on the germination. Proc. Crop. Sci. Soc. Jap. 45：243—247.
19. Otsuka H., S. Kobayashi and S. Shibata. 1977. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. Shoyakugaku Zasshi 31：195—197. (in Japanese)
20. Shimokawa, Y. and H. Ohashi. 1980. Relation among cultivation years, root growth and saikosaponin content. Shoyakugaku Zasshi 34：235—238. (in Japanese)
21. Shimokawa, Y., N. Ushio, N. Uno and H. Ohashi. 1980. Effect of temperature on growth, development and saikosaponin content of one-year-old plants. Shoyakugaku Zasshi 34：209—214. (in Japanese)

22. Tanaka, T., E. Sakai, M. Mizuno, T. Kawamura, Y. Hisata, K. Okuda, Y. Noro, X. Z. Zheng and D. Fang. 1988. Cultivation and saponin contents of Guangxi *Bupleurum.* Shoyakugaku Zasshi 42 : 236—239 · (in Japanese)

23. Van Niekerk, P. J. 1982. Determination of Vitamins. In "HPLC in Food Analysis" ed. by R. Macrae, Chapter 8. pp: 187—225. Acad. Press, London, New York.

24. Yamada, H., M. Hirano and H. Kiyohara. 1991. Partial structure of an antiulcer pectic polysaccharide from the roots of *Bupleurum falcatum* L. Carbohydr. Res. 219 : 173—192. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, B. V.

25. Yamada, H., X. B. Sun, T. Matsumoto, K. S. Ra, M. Hirano and H. Kiyohara. 1991. Purification of antiulcer polysaccharides from the roots of *Bupleurum falcatum* Plant Med. 57 : 555—559. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag.

26. Yen, M. H., C. C. Lin, C. H. Chuang and S. Y. Liu. 1991. Evaluation of root quality of *Bupleurum* species by TLC scanner and the liver protective effects of "Xiao-chai-hu-tang" prepared using three different *Bupleurum* species. J. Ethnopharm. 34 : 155—165.

Effects of Different Elevations and Harvesting Dates on the Characteristics, Yield, and Component of *Bupleurum* spp. in Taiwan[1]

Sin-Yie Liu[2], Jau-Yueh Wang[3], Huey-Ing Liu[4] and Li-Mei Song[2]

Summary

Experimental data of two *Bupleurum* spp. at three elevations showed that higher elevation (850m) was in favor of the development of leaf weight and root length. On the other hand, low elevation (85m) was beneficial for plant height, root diameter and root weight, however, its field survival rate was less than that of higher elevation. The field results also indicated that all agronomic characters and yield of the six-month old plants after transplanting was superior to those of the three- and ten-month old palnts, except plant height and root weight. By comparing the measured agronomic characters and yield of the two *Bupleurum* spp., the performances of plant weight, stem diameter, stem weight, and leaf width and weight of Tainung No.1 were better than those of *B. Kaoi.* However, tiller number, root diameter and root weight of *B. kaoi* were better than those of Tainung No. 1.

According to the chemical analytical results, *Bupleurum* plants possessed high content of crude protein, fat, fiber, ash, nitrogen free extracted matter, macro and micro elements and some vitamins, no matter what the variety, element and harvesting date were. Analysis of saikosaponin content in the root revealed that *B. Kaoi,* plants cultivated at low elevation and plants harvested at six-month had a slight higher concentration of total saikosaponin than that of Tainung No. 1, plants cultivated at high elevation and plants harvested at three - and ten-month, respectively.

Key words : *Bupleurum* spp., Elevation, Harvesting date, and Component.

---

1. Contribution No. 1798 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior agronomist and project assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.
3. Research assistant, Office of Plant Germplasm, TARI.
4. Agricultural chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：279～286（1995）

臺灣金線連之組織培養

I. 改進種子萌芽率之研究[1]

蕭翌柱　陳威臣　呂佳宜　蔡新聲[2]

摘要：臺灣金線連被廣泛應用於治療糖尿病、高血壓及腫瘤等病症，甚具醫療價值，由於天然生產之金線連不敷藥用所需，如以傳統的播種法繁殖，種子也很難發芽，因此利用組織培養技術提高種子萌芽率，大量繁殖此一重要的藥用植物種苗，是本研究之目的。試驗結果顯示含有1/2 MS 基本鹽類配合1g/1 HYPONeX 及1g/1 peptone 之培養基，有助於金線連種子之萌芽，播種90天後，胚萌芽並突破種皮形成根莖之百分率爲17%，稍高於對照組14.6%；此外，以較低成熟度之種子（62.5%－87.5%）播種，約有10.5－18.5%之萌芽率。播種前如以３%過氧化氫溶液預處理這些幼嫩種子３分鐘，會導致種胚死亡而無法形成根莖；若將較老熟種子（成熟度87.5%以上）以３%過氧化氫溶液預處理，則有高達35%之種子能萌芽並形成根莖；可能因３%過氧化氫溶液預處理可洗除金線連老熟種子種皮所含之萌芽抑制物質，進而提高其發芽率。

關鍵詞：臺灣金線連、組織培養、種子萌芽率。

臺灣位居亞熱帶地區，氣候溫和，境內多高山丘陵，自古以來即被視爲藥物之產區，金線連即爲其中之一。清朝初年趙學敏所撰之本草綱目拾遺就有臺灣產鳳頭蓮與虎頭蕉（現稱金線連）等藥物之記載。臺灣原產之金線連，自何時起被應用於治療疾病已不可考，只知早期山地原住民以不同方式服食或外用，治療病痛或蛇類咬傷[4]。文獻上較早被採集之記錄應屬1892—1895年間（清光緒18—21年）英人 Augustin Henry 在屏東萬金庄（今屏東縣萬巒鄉萬金村附近）[5,9]採得標本，經 Rolfe 鑑定爲花葉開唇蘭*Anoectochilus roxburghii*（non Lindl.）Rolfe[16]；後由日本人早田文藏氏定名爲*Anoectochilus formosanus* Hayata[17]。

金線連屬之植物種類超過35種，分佈於印度、喜瑪拉亞山脈及東南亞各國，在中國大陸部份地區應也有出產。現今本省自產者大致有臺灣金線連（*A. formosanus* Hayata）、單囊開唇蘭（*A. inabai* Hayata）、高雄（恆春）金線連（*A. koshunensis* Hayata）、單囊開唇蘭（*A. lanceolatus* Lindl）等四種[11,13,14]，一般供藥用者爲臺灣金線連和高雄（恆春）金線連二種，屬臺灣特有植物[12,16]；而前者更爲民間貴重藥材之一，據1995年１月之市場調查，新鮮生草零售價格每台兩（37.5g）達300元，因相傳效用廣泛，故有藥王、藥虎、金蠶、鳥蔘、石松、金石松、本山石松、虎頭蕉、金線屈腰、金線蕨龍、金線蓮、樹草蓮、雉雞草、金錢草和黃花糯子蘭等別名[1,3,4]。

金線連常自生於山地林蔭處或草叢陰溼處，屬多年生草本蘭科植物，爲地生蘭之一種，莖圓筒形肉質，先端直立，基部可成匍匐狀；葉互生，其長度約爲５公分，寬約３公分，卵形或圓卵形，前端

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1799 號。
2. 本所農藝系助理、助理、研究計畫助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

漸尖，平滑全緣，葉面暗綠色，葉背淺紅或紫紅色，葉柄基部薄膜狀包覆莖節及不定芽；中央主脈線條明顯，成金黃色或黃白色，細小網狀支脈均佈於葉面，甚具觀賞價值，或爲其得名之由來。在本省一般於夏末秋初（十月中下旬）由莖頂部位抽苔開花，花4—7枚，頂生；花莖披茸毛，總狀花序，常由下往上依序開；花萼近肉質；花梗連同子房部位爲細長微彎下勾狀；苞片卵狀披針形，長約１公分；後萼片圓形，凸頭狀，和兩瓣片形成兜狀；側萼片卵狀長橢圓形，瓣片半卵形；唇瓣呈Y字形，隱藏於花萼內，末端白色，中間部份兩側前裂爲黃色深梳狀[4,13,17]。

金線連分佈於本省海拔約500～1,800公尺之林地，在全省各地皆可見其蹤跡[6]。因其性味甘、平，入肝、脾、腎三經，故民間常用於清涼解熱、袪風活血、止血、解鬱、強心、利尿，降血糖、降血壓、治肝亢、肝炎、肺病、肺癆、腫傷、胸腹痛、遺漏、遺精、牙痛、小兒發育不良、蛇類咬傷及肝脾諸臟器疾病之滋養強壯劑[3,4,7,10]。由於相傳金線連藥效甚廣，故野外採擷者日衆，而多年來坡地、林地濫墾濫伐，加以其自然授粉與種子萌芽不易[14]，鳥獸喜食，使得野生族群銳減，如不善加保護，終將面臨絕跡之命運，近年來有心人士開始從事金線連之人工繁殖栽培研究，已略見成效[14,15]，然有系統的探索其生態、生理及組織培養繁殖技術和配方之相關文獻，仍需加強，使此項有意義之栽培產業，儘速普及於民間，而造福於大衆。故本研究首先以提高臺灣金線連種子萌芽率爲目標，再逐步研究其芽體大量繁殖等組織培養技術及栽培模式，以期對國人有所助益。

材 料 與 方 法

一、HYPONeX 及 peptone 對金線連種子發芽之效果

取臺灣金線連健壯植株，栽培於植物生長箱中，以14/10小時之明/暗光期及22/17°C之日/夜變溫處理，待其花芽分化及抽苔開花後，進行人工授粉，並記錄授粉日期。經調查自授粉後到果莢成熟開裂之時間約60日，故將此生育日數之果莢成熟度定義爲100%，而授粉後第30日果莢之成熟度定爲50%。本項試驗選取成熟度約爲62.5%～87.5%（授粉後第37.5～52.5天）之果莢，以70%酒精消毒30秒及１%次氯酸鈉溶液消毒殺菌20分鐘，在無菌操作檯上用無菌水清洗2—3次，再以解剖刀切開果莢，取出種子，此時種子多呈白色棉絮狀。將各果莢取出之種子充分混合後分成８組，分別播種於表１所列之各種培養基中，測定不同濃度 HYPONeX（No. 1）及 peptone 對種子發芽的影響。

表 1. HYPONeX （No.1）及 peptone 對金線連種子萌芽之影響[z]
Table 1. Influence of HYPONeX (No.1) and peptone on the seed germination of *Anoectochilus formosanus* Hayata[z]

Agar medium with	% of seed germination after culture for			
	45 days	60 days	75 days	90 days
1/2 MS (CK)	23.1±3.8	22.7±3.2	13.6±1.4	14.6±1.5
1/2 MS+1g/1H[y]	21.0±3.5	21.4±2.9	10.5±1.4	11.6±0.6
1/2 MS+1.5g/1H	24.7±2.5	25.8±3.2	12.1±1.2	12.5±1.9
1/2 MS+2g/1H	28.4±3.9	28.2±2.9	13.9±2.6	15.1±2.6
1/2 MS+1g/1P[y]	16.7±3.6	19.3±2.1	10.9±1.8	10.5±1.6
1/2 MS+1.5g/1P	26.2±4.6	25.7±4.2	11.4±2.2	13.0±1.7
1/2 MS+2g/1P	24.6±4.7	23.9±3.3	10.6±1.3	10.8±1.1
1/2 MS+1g/1P+1g/1H	26.8±3.8	25.3±3.4	16.8±2.1	17.0±3.4

[z] The degree of seed maturity was 62.5%−87.5%. No H_2O_2 pretreatment was employed.
[y] H：HYPONeX(No.1)；P：Peptone

二、過氧化氫（H_2O_2）溶液處理對金線連種子發芽之影響

選取和前項試驗相同條件果莢之種子，以３％過氧化氫溶液浸漬處理0、1.5、3、6及9分鐘，用無菌水清洗2—3次後，播種於含有３％ sucrose 及0.9% agar 之1/2 MS 基本鹽類培養基上。

三、不同成熟度果莢所含種子之發芽率比較試驗

選取成熟度爲50%以下、50%－62.5%、62.5%－75%、75%－87.5%及87.5%－100%之果莢，以前述之方法消毒與取出種子。將種子分別以３％過氧化氫溶液浸漬處理３分鐘後，用無菌水清洗2—3次，再播種於含有３％ sucrose 及0.9% agar之 1/2 MS 基本鹽類培養基上。

以上各試驗每處理均爲10重覆，置於溫度24°C、光照12hr、光量爲100μE/m²·s 及光波長爲350—800nm 之環境下栽培。於播種後於45天及第60日逢機取樣，以解剖顯微鏡（放大30倍）調查各成熟度種胚膨大發育情形，在第75及第90日時鏡檢形成根莖（rhizome）之比率，並計算所得結果之平均值及標準偏差（standard deviation）。

試驗所添加之花寶（HYPONeX No.1）爲美國 THE HYPONeX 公司授權台和園藝公司分裝之粉狀肥料，其成份爲7—6—19（N.P.K）及未知微量元素。

結　　果

一、HYPONeX（No.1）及 peptone 對金線連種子發芽之效果

以含有1/2 MS 基本鹽類之固體培養基配合不同比例之 HYPONeX 及 peptone，進行金線連種子發芽試驗，結果示於表２。在播種後60天，添加1.5及2g/1 HYPONeX 之培養基，其促使胚膨大率爲25.8—28.2%，略優於只添加1g/1 HYPONeX 之21.4%，及對照組之22.7%。添加1.5及2g/1 peptone 之培養基，促使胚膨大率爲23.9—25.7%；如同時添加1g 1之 HYPONeX 及 peptone，胚膨大率爲25.3%，都略優於對照組。然而在播種後第90天比較胚萌芽並破種皮發育形成根莖之情形，結果以同時添加 HYPONeX 及 peptone 各1g/1之處理的根莖形成率爲17%，高於對照組及其它配方，而培養基如只單獨含有 HYPONeX 或 peptone，其形成根莖百分率分別爲11.6—15.1%及10.5—13.0%，和對照組之14.6%比較，差異未達顯著水準。由上述結果推論同時添加適量的 HYPONeX 及 peptone，較能提高種子萌芽率及萌芽後形成根莖之百分率。

表 2. 不同時間之過氧化氫（3% H_2O_2）溶液處理對金線連種子萌芽之影響[z]

Table 2. Influence of 3% H_2O_2 solution incubation time on the seed germination of *Anoectochilus formosanus* Hayata[z]

Incubation time (min)	% of seed germination after culture for			
	45 days	60 days	75 days	90 days
0	21.6±5.5	23.2±3.2	17.8±3.8	18.5±3.4
1.5	18.2±3.9	20.2±4.0	0.0±0.0	0.0±0.0
3	23.8±3.4	23.6±3.8	0.0±0.0	0.0±0.0
6	20.9±3.9	21.9±2.2	0.0±0.0	0.0±0.0
9	19.8±2.8	19.2±2.8	0.0±0.0	0.0±0.0

[z] Basal medium：1/2 MS basic salts with 3% sucrose and 0.9% agar.
The degree of seed maturity was 62.5%～87.5%.

二、過氧化氫（H_2O_2）溶液處理對金線連種子發芽之影響

表 1 及表 2 資料顯示如未經 3 %過氧化氫處理，成熟度爲62.5%—87.5%之金線連種子在播種後第90天之萌芽率約在10.5—18.5%之間，而經 3 %過氧化氫溶液處理者，播種初期（0—60天）雖有約20%左右之胚膨大，但播種後90天卻完全未見胚萌芽並形成根莖。表 3 資料也顯示處理早於87.5%成熟度之種子，亦得到相同之結果，因此推斷可能是金線連種子尙屬幼嫩，3 %過氧化氫溶液之濃度過高，以致於處理種子後，種胚受到傷害之結果。

三、不同成熟度果莢所含種子之發芽率比較試驗

取不同成熟度金線連種子，以 3 %過氧化氫溶液預處理 3 分鐘後播種，結果列於表 3 。種子成熟度爲50%者，播種後始終沒有萌芽，亦無胚膨大跡象。隨著種子成熟度增加，可發現種子顏色由幼嫩狀白色轉變爲成熟時之黃竭色，播種後60天之胚膨大率提高，如成熟度50%—62.5%種子之胚膨大率爲7.6%，成熟度爲75%種子之胚膨大率則爲12.3%，而成熟度在87.5%以上時，胚膨大率可提高到36.9%。此外，在播種後第90天比較胚萌芽並突破種皮發育形成根莖之情形，結果得知種子成熟度在75%以下者，並無根莖之形成，而成熟度爲75%—87.5%者，也只有0.6%可形成根莖，反觀成熟度提高至87.5%以上時，形成根莖的百分率高達35%，差異極顯著。

表 3. 不同種子成熟度對金線連種子萌芽之影響[z]

Table 3. Influence of seed germination of *Anoectochilus formosanus* Hayata[z]

Seed maturity[y] (%)	Seed color	% of seed germination after culture for			
		45 days	60 days	75 days	90 days
50	white	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
50～62.5	white	8.5±3.8	7.6±1.5	0.0±0.0	0.0±0.0
62.5～75	white	12.2±3.5	12.3±2.5	0.0±0.0	0.0±0.0
75～87.5	white	27.9±5.4	27.6±5.1	0.6±1.0	0.6±1.0
87.5～100	tawny	33.9±4.8	36.9±2.7	29.5±3.7	35.0±3.1

[z] Basal medium：1/2 MS basic salts with 1 g/l hyponex（No.1）, 1 g/l peptone, 3% sucrose, and 0.9% agar.

[y] Seeds of different maturity were pretreated with 3% H_2O_2 solution for 3 min before sowing.

討　論

根據蘭科植物栽培繁殖技術資料[15]，一般洋蘭類植物種子發芽後，直接形成芽球體(protocorm)；而屬於小型蕙蘭類之國蘭（Cymbidium），種子發芽後常先形成地下根莖（rhizome），再分化長出莖葉，金線連種子之萌芽習性與國蘭極爲相似。國蘭類即將開裂之成熟果莢，其種子發芽率極低，原因爲成熟果莢所含之種子含有極高濃度之植物賀爾蒙離層酸（adscisic acid），對種子萌芽有抑制作用[14]。如以化學藥品預措或前處理蘭科種子，可減少發芽抑制物質並進而促進發芽，例如以0.1N氫氧化鉀溶液處理蕙蘭屬種子10—20分鐘，可有效提高發芽率[2]；以 3 %過氧化氫溶液處理臺灣白及種子 5 分鐘，亦能提高發芽率[8]。本試驗播種金線連種子，也顯示75%—87.5%成熟度之果莢

，在未經預處理的情況下，種子萌芽率優於老熟之種子（圖２）；此外，以３％過氧化氫溶液浸漬處理成熟種子３分鐘，也較能有效促進種胚萌芽及形成根莖（圖3，4）；因此嘗試以過氧化氫溶液分不同時間處理金線連種子，希望能找出最適當之處理模式，以提高種子發芽率。只是本次試驗可能因３％過氧化氫溶液之濃度過高，超出已具備萌芽能力但較幼嫩種子之忍受程度，使其無法承受傷害而死亡，今後將再檢討較低濃度之處理效應；此外，也發現較老熟之種子經３％過氧化氫溶液預處理３分鐘後，能有效提高其萌芽率，故本試驗結果對促進老熟種子之發芽，有其正面意義。

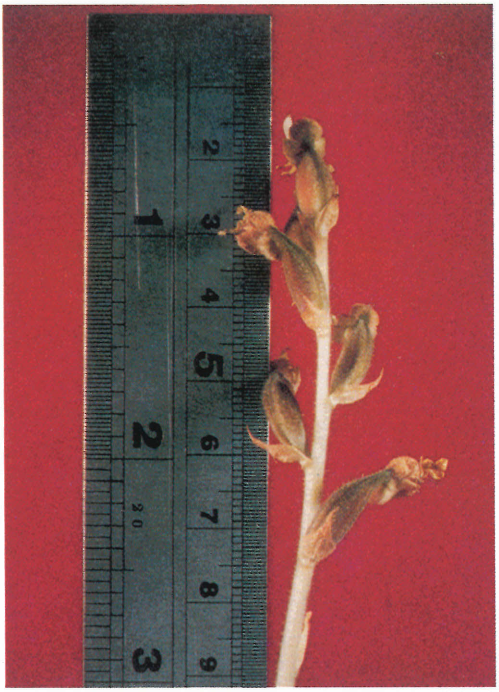


圖 1.　臺灣金線連87.5%成熟度之果莢（0.8X）

Fig. 1. Pod of *A. formosanus* Hayata with 87.5% maturity（0.8X）.

圖 2.　不同成熟度種子於播種50天後之萌芽情形(1X)
A：100%；B：75-87.5%。

Fig. 2. Appearance of seed germination of A formosanus Hayata seeds with different maturity degree after 50 days in culture. (1.5 X).A：100%；B：75-87.5%.

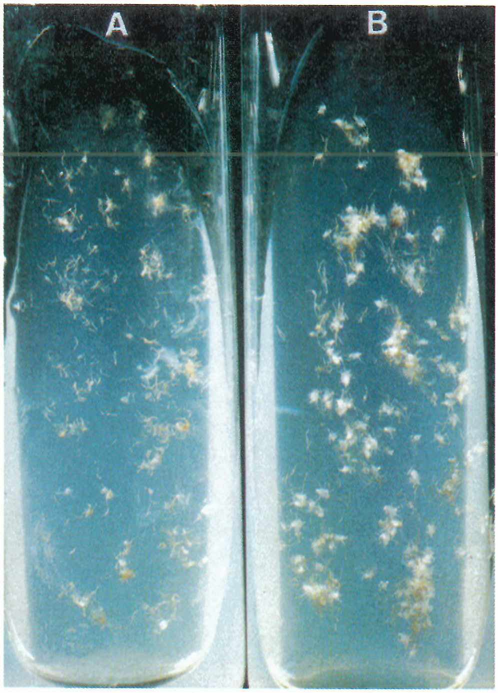


圖 3. 以 3 過氧化氫溶液預處理87.5%以上成熟度之金線連種子於播種後40天之萌芽情形（1X）A：處理0分鐘；B處理 3 分鐘。

Fig. 3. Appearance of seed germination of *A. formosanus* Hayata seeds (over 87.5% maturity) prepreated with 3%H_2O_2 after 40 days in cultured (1 X) A：O min；B：3 min.

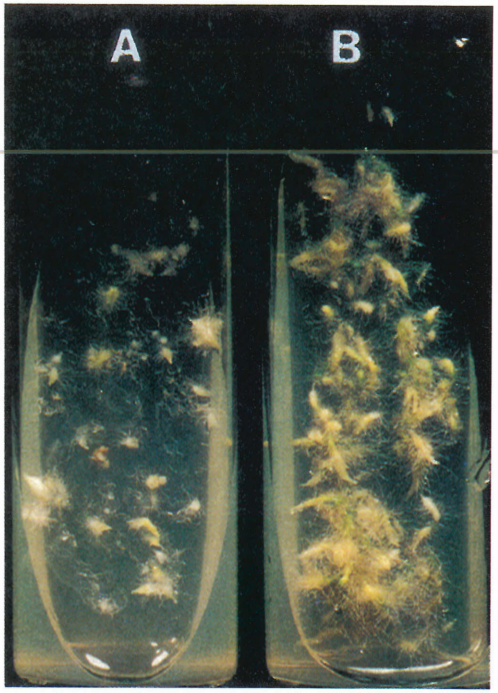


圖 4. 以 3 %過氧化氫溶液預處理87.5%以上成熟度之金線連種子於播種後90天之萌芽情形（1X）A：處理 0 分鐘；B：處理 3 分鐘。

Fig. 4. Appearance of seed germination and rhizome development of *A. formosanus* Hayata seeds (over 87.5% maturity) prepreated with 3% H_2O_2 after 90 days in culture (1 X).
A：O min；B：3 min.

致 謝

本報告承本所農藝系研究員劉大江博士指導及斧正，謹此致謝。

引用文獻

1. 昭人出版社。1979。中藥大辭典。第2021—2022頁。臺中市。
2. 王博仁。1980。蕙蘭屬的無菌播種與器官分化。中央研究院植物研究所專刊第四號。第20—30頁。臺北市。
3. 甘偉松。1979。藥用植物學。第646—647頁。國立中國醫藥研究所。臺北市。
4. 李煥燊、劉國柱、周正仁。1976。臺灣藥用植物之探討。第279—280頁。國立中國醫藥研究所。臺北市。
5. 林衡道。1982。臺灣勝蹟採訪册（第七輯）。第308—309頁。臺灣省文獻委員會。臺北市。
6. 林俊義。1986。金線蓮之繁殖與推廣。農友 37(6)：14—17。
7. 林哲民、林俊清、吳佩珊、邱慧芬、李興進。1991。臺灣產生藥金線連、靈芝、絞股藍之抗炎症及保肝作用研究。藥用及保健植物研討會專輯。第89—98頁。臺東區農業改良場編印。臺東市。
8. 林郁進、陳忠川、葉豐次、邱年永、蔡新聲。1994。臺灣白及之組織培養 I .種子成熟度及前處理對種子萌芽與小苗發育之影響。中華農業研究 43：40—50。
9. 那琦、甘偉松、廖勝吉。1982。屏東縣藥用植物資源之調查研究。私立中國醫藥學院研究年報 13：301—403。臺中市。

10. 梁文俐、陳榮進、江育人、蘇慶華、楊玲玲、顏焜熒。1991。臺灣產金線連之研究 I .金線連之生理活性研究。藥用及保健植物研討會專輯。第89—98頁。臺東區農業改良場編印。臺東市。
11. 蔡新聲。1994。設施盆花及觀葉植物的組織培養技術。興農306：8—15。
12. 臺灣省特有植物研究保育中心。1993。臺灣特有植物名錄。第96頁。南投縣。
13. 劉新裕、蔡新聲、徐原田、劉柏煙。1987。金線連之繁殖與栽培技術。科學農業 35(5—6)：125—129。
14. 劉新裕、蔡新聲、黃漢津、胡敏夫、葉常青。1987。金線連大量繁殖與栽培後之生育性狀、種間比較及營養成分研究。中華農業研究 36：357—366。
15. 豐年社。1992。園藝作物組織培養實用技術。第43—48頁。臺北市。
16. 謝阿才、楊再義。1969。新撰臺灣植物名彙。第280—281頁。臺灣大學農學院。臺北市。
17. 應紹舜。1977。臺灣蘭科植物彩色圖鑑。第46—48頁。臺灣大學森林系。臺北市。

Tissue Culture of *Anoectochilus formosanus* Hayata I. Studies on the Improvement of Seed Germination[1]

Yih-Juh Shiau, Uei-Chin Chen, Chia-Yi Lu and Hsin-Sheng Tasy[2]

Summary

Anoectochilus formosanus Hayata has been widely used in Taiwan for treating many diseases such as diabetes, high blood pressure, and tumors, This medicinal herb is short in supply due to over-harvest of the naturally-grown plants and poor germination of the seeds. The purpose of this study was to explore ways to improve the seed germination rate through tissue culture techniques in order to establish a mass-propagation system of this precious plant species. Experimental results indicated that medium containing 1/2 MS basic salts with 1 g/1 each of HYPONeX and peptone slightly increased the seed germination rate as compared with the control treatment (17.0% vs. 14.6%). Culture of the less-matured seeds (62.5%−87.5% in maturity) resulted in germination rates of 10.5−18.5%. Pretreatment of the less-matured seeds with 3% H_2O_2 for 3 min was detrimental to the viability of embryos and no rhizome was produced. However, H_2O_2 pretreatment of mature seed (over 87.5% in maturity) increased the germination rate to 35.0% with vigorous rhizome development. It was presumed that pretreatment of mature seed with 3% H_2O_2 for 3 min would remove substances inhibitory to germination from the seed-coat and thereby increase the seed germinatioin rate.

Key words : *Anoectochilus formosanus* Hayata, Tissue culture, Seed germination.

1. Contribution No. 1799 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant, Research Assistant, Assistant, and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：287～296（1995）

「臺農13號」鳳梨[1]

張　清　勤[2]

摘要：「臺農13號」係於1975年以正常開英種（Normal Smooth Cayenne）爲母本（♀）「臺農8號」（Tainung No. 8）爲父本（♂）雜交，1987年由其實生後代（F1）中選出之優良品系 C64-7-13，1987～1989年進行品種比較試驗，1989～1993年進行區域試驗，1994年3月經農林廳審查通過，命名爲鳳梨「臺農13號」，商品名稱爲「冬蜜鳳梨」。

本品種植株高平均127.5cm，葉長平均104cm，葉寬平均5.1cm，除葉尖及葉基具少許微刺外，葉緣幾乎無刺，果實平均1.2公斤，略呈圓錐形，果目微突，苞片長，紫紅色，成熟時果皮由綠黃漸變爲橙黃色。果皮薄，花腔淺，果肉金黃色，肉質緻密，纖維稍粗，糖度15.7°Brix，酸度0.27%，具鳳梨特有之濃郁風味，適宜生食，且因冬果糖度較高，酸度較低，適合生產秋冬果。果梗短，果實不易傾斜，保留冠芽即可防止日燒，並不需要防晒措施。萎凋病之罹病率較低。

關鍵詞：鳳梨、果樹育種、產量、品質。

鳳梨爲臺灣重要經濟果樹之一，果實除了鮮食用外，大多供加工製罐，光復初期，鳳梨罐頭外銷，曾爲國家賺取不少外匯，促進食品加工業之發達及國內經濟繁榮[3]。民國60年代鳳梨產量達到巔峰，其後，因經濟結構改變，工業發達，國民生活水準提高，工資高漲，鳳梨生產成本提高，臺灣鳳梨罐頭在國際市場上無法與泰國、菲律賓、馬來西亞等國相競爭，臺灣鳳梨產業勢必重新調整，未來應以鮮食爲主。臺灣省農業試驗所嘉義分所有鑑於此，自1975年起在農委會及農林廳經費支持下，重新進行中斷已久的鳳梨品種改良工作，期能育出適於密植，果實大小適中，糖酸比高，風味佳，適於生食的品種，使鮮食品種多樣化，以滿足消費者高品質的消費需求[3,4]。

「臺農13號」係以「正常開英種」（Normal Smooth Cayenne）爲母本，「臺農8號」爲父本雜交，於1987年由其實生苗中選出 C64-7-13之品系，1987～1989的進行品系比較試驗，1990～1993進行區域試驗，1994年3月獲農林廳作物新品種命名審查委員會審查通過，正式命名爲「鳳梨臺農13號」，商品名爲「冬蜜鳳梨」。

材料與方法

一、雜交親本及其特性

㈠母本：正常開英（Smooth cayenne），具自交不親和性，植株生長勢強，葉片僅先端有少許刺，葉緣無刺，果實大，平均果種1,780公克，圓筒形或近圓筒形，果目扁平，花腔淺，肉質軟，多汁，果肉淡黃色，纖維稍粗，甜度適中，微酸，香味不濃，鮮食加工製罐皆宜[2,8]。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1800號。
2. 本所嘉義農業試驗分所副研究員。臺灣省　嘉義市。

(二)父本：臺農 8 號，係嘉義分所於1927年以正常開英爲母本，黃皮爲父本雜交，1938年育成之品系。具自交不親和性，果重1,319公克，葉緣具微刺，葉片中軸淺紫濃綠色，葉緣青綠色，果實大，長圓筒形或圓錐形，果目略突起而圓滑，肉色鮮黃，果心小，果肉組織緻密，甜度中而香氣濃，生食製罐均宜[2,7]。

二、育成方法及經過

「臺農13號」係依鳳梨雜交育種方法[1,4,5,6,7,8]於1975年三、四月鳳梨盛花期間，選擇發育良好正常開英種之植株爲母本，以臺農 8 號爲父本，進行雜交授粉，果實成熟後採收其種子播於水苔爲介質的缽盆中，置於溫室培育實生苗，移植於網室之後，再定植於田間，開花結果後選出優良個體，加速種苗繁殖並舉行複選，於1987年選出C64-7-13(臺農13號)，之後進行品系比較試驗及區域試驗，1994年申請命名推廣。該品種之親本譜系與育成年代如圖 1 所示，其育種過程與方法如表 1 所示。

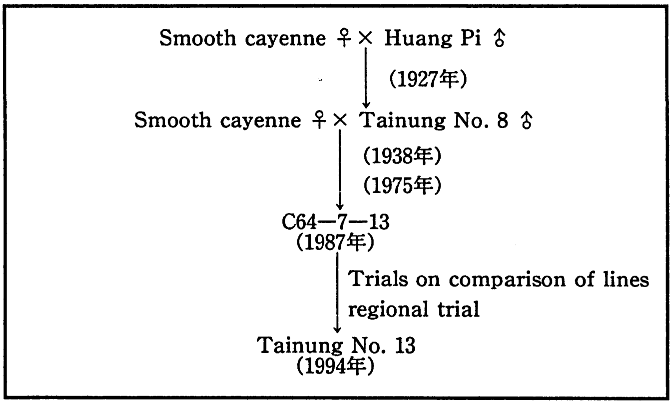


圖 1. 「臺農13」號鳳梨育成譜系與年代

Fig. 1. Pedigree and chronicle of 'Tainung No. 13' Pineapple

表 1. 鳳梨臺農13號之育種方法及過程

Table 1. Methods and Procedures for the breeding of 'Tainung No. 13' Pineapple

Procedure	Duration of procedure	Locality	Breeding Methods
Hybridization	Mar. Apr. 1975	Chia Yi	Smooth cayenne ♀×Tainung No. 8♂
Cultivation and selection of the hybrid seedings	1976~1980	Chia Yi	Hybrid seeds were planted in pods with moss soil and screen work were done in greengouse and in the field
Propagection and reselection of primary selection lines	1980~1987	Chia Yi	Primary selected hybrids were planted separately for propagation and next screening. Field design was arranged in sequential order by 100cm×50cm×30 cm(two lines plated in triangle per plot)
Trials on comparison of lines	1987~1989	Chia Yi	Designing in RCBD, 13.5m² per plot was planted by 100cm×50cm×30cm, 4 replications.
Regional trial	1990~1993	Min shyong Ney buu Shan shang Fen yuan Lu yee	Designing in RCBD, 13.5m² per plot was planted by 100cm×50cm×30cm, 5 replications.
Investigation on fruit quality of autumn and winter season	1993~1994	Guan miaw Shan shang	Investigation on fruit size and flavor of Autumn crop.

結果與討論

一、雜交實生苗培育與選拔

1975年共雜交 8 個組合，收穫70個果實，種子31,432，1976年 3 月將種子播於以水苔爲介質的盆缽中，置於溫室培育。播後一個月開始發芽，培育實生苗10,178株，發芽率30.4%，如表 2 所示。 6 個月後苗高約 2 ～ 3 公分時，移植於溫室內苗床，繼續培養八個月，苗高10～15公分再移植於網室苗床，繼續培育一年，苗高約30公分左右，定植於田間。幼苗生育期間隨時淘汰葉緣有刺之苗，因此，實際定植田間之苗數爲4,638株。田間依植行順序排列種植，畦行株距100cm×50cm×30cm，二列式三角形種植，肥培管理比照一般方法進行。定植一年後調查植株生育情形。採收時調查果實特性及品質測定，經評估結果初步選拔得優良實生66品系，實生苗培養與選拔之流程如圖 2 所示。各雜交組合之種子數與初選優良實生品系數如表 2 所示。

表 2. 鳳梨各雜交組合種子數及初選實生品系數

Table 2. Number of hybrid seeds and lines selected in the combination of Pineapple pollinated in 1975.

Code	Cross combination ♀×♂	Plants crossed	No. of seed harvested	No. of seedlings germinated	Germination percentage (%)	No. of lines selected
C64-1	Tainung No. 2×Tainung No. 4	10	567	165	29.1	0
C64-2	Smooth cayenne×Tainung No. 4	10	2,863	882	30.8	7
C64-3	Smooth cayenne×Tainung No. 7	5	2,065	621	30.1	10
C64-4	Smooth cayenne×Rough	10	7,190	2,307	32.1	16
C64-5	Smooth cayenne×new variety	10	5,050	1,347	26.7	4
C64-6	Smooth cayenne×Canning	10	3,592	883	24.9	3
C64-7	Smooth cayenne×Tainung No. 8	10	10,103	3,973	39.3	26
C64-8	Smooth cayenne×1(A)1	5	0	0	0	0
	合　計	70	31,432	10,178		66
	平　均				30.4	

Sowing (31,432seeds) —6 months, in pots→ First transplanting (10,179plants) —6～8 monts, greenhouse→ Second transplanting (5,340plants) —one year, screenhouse→

Third transplanting (4,637 plants) —Two years, Field→ Flowering → Selection (66 lines, as table 2.)

圖 2. 雜交實生苗培養與選拔流程

Fig. 2. Cultivation and selection procedures of the hybrid seedlings.

二、初選優良品系繁殖與複選

初選優良的實生66品系，共採集種苗200株，於80年11月種植，繼續進行複選並繁殖其種苗。田間仍採依植行順序排列種植，肥培管理按一般方法進行。栽植一年後調查其生長情形，果實成熟期調查果實特性，複選出優良品系。複選所得之優良品系，繼續後裔繁殖，進行再複選，並利用老株塊莖

切片繁殖及組織培養，加速繁殖種苗，經80／82年期，82／84年期，84／86年期等三次，複選結果得七個優良實生品系，其中 C64-7-13株高127.5公分，葉片生長較直立，葉數48片，果梗短，不易倒伏，不需防晒，平均果重1,630公克，果長16.4公分，果徑11.9公分，小果數150個，肉聲果，肉色金黃，肉質緻密，果心1.9公分，纖維粗，甜度15.7° Brix，鳳梨特有風味甚濃，如表 3 所示。

表 3 1975年鳳梨雜交品系園藝特性比較

Table 3. Horticultural characteristics of the selected pineapple lines derived from 1975

Code	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Plant height (cm)	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)
C64-2-87	43	90.2	6.0	90.0	2,320	19.0
C64-3-20	31	84.2	5.7	80.0	1,950	16.9
C64-4-103	26	78.2	7.0	82.0	2,000	16.9
C64-4-117	54	74.5	5.4	63.2	1,280	15.8
C64-7-13 (Tainung No. 13)	48	104.0	5.1	127.5	1,630	16.4
C64-7-27	35	74.5	4.7	91.6	960	13.6
C64-7-197	55	76.8	6.4	87.4	1,500	17.0

Fruit diameter (cm)	No. of fruitlet	Fruit sound	Flesh color	Core (cm)	Flesh texture	Flesh density[z]	Brix°
13.2	273	Flesh	Gloden yellow	2.3	Rough	++	13.0
13.1	192	Column	Yellow	2.8	Rough	+++	13.2
14.3	216	Drum	Yellow	4.3	Medium	++	15.6
10.8	234	Flesh	Gloden yellow	2.9	Fine	+++	16.5
11.9	150	Flesh	Gloden yellow	1.9	Rough	+++	15.7
10.5	112	Column	Gloden yellow	2.6	Medium	+++	14.2
11.3	300	Drum	Yellow	3.1	Fine	++	20.2

[z] To, +++from low to high

三、品系比較試驗

上述複選所得之雜交實生品系C64-2-87，C64-7-13，C64-7-27，C65-4-783，以臺農 4 號及臺農11號爲對照，進行品系比較試驗，共六品系（種），重複四次，計24小區，每小區面積3m×4.5m＝13.5m²，畦距100cm，行距50cm，株距30cm，種植60株，試區採逢機完全區集設計，共種植1,440株，87年11月種植，按一般栽培法進行肥培管理，調查植株生育情形、抽穗期、果實成熟期、果實特性、吸芽數。果實成熟時每小區隨機採取 5 個果實爲樣品，以屈折計測定可溶性固形物含量，並以檸檬酸定量法測定游離酸含量。結果如次：

(一)植株性狀比較

栽植一年二個月後（即1989年 1 月），生育調查結果顯示：C64-7-13平均株高130cm，葉長104.2cm，爲參試品種中最高與最長者，但其葉片生長較直立，平均葉寬爲4.9cm，葉片數爲48.5片，較臺農11號44片爲多，葉片除葉尖部分具微刺外，葉緣無刺（表 4）。

表 4. 鳳梨新品系植株特性比較

Table 4. Comparison of plant characterishics of selected pineapple lines to Tainung No. 4 and Tainung No. 11

Line/Culitivar	Plant heigh (cm)	Leaf lenght (cm)	Leaf width (cm)	No. of Leaves	Remarks
C64-2-87	113.3±3.0	90.9±1.2	4.9±0.2	47.2±1.7	with thorns at leaf tip
C64-7-13	130.0±7.5	104.2±5.5	4.9±0.2	48.5±3.1	with thorns at leaf tip
(Tainung No. 13)					
C64-7-27	126.2±4.5	102.4±1.5	1.8±0.2	41.2±1.9	with thorns at leaf tip
C65-4-783	108.4±8.1	89.4±5.3	5.2±0.4	43.7±1.5	with thorns at leaf tip
臺農4號	116.0±5.4	93.1±3.9	4.4±0.1	50.0±1.2	with thorns along leaf margin
臺農11號	94.7±8.5	81.1±4.7	4.7±0.3	44.0±5.6	with thorns at leaf tip

(二)抽穗及成熟日期調查

調查結果，參試品種間之抽穗期以 C64-2-87在1989年1月25日至2月10日最早，且期間最短，僅16天（表5），其次爲臺農11號，自1月25日至2月21日，再次者臺農4號抽穗期爲2月9日至3月16日；C64-7-27期抽穗期自3月15日至4月11日最遲；而 C64-7-13之抽穗期即在2月15日至4月20日，其開始抽穗雖介於中間，但抽穗期間最長爲64天。果實成熟期也以C64-2-87自6月20日至7月4日最早，其次爲臺農11號及臺農4號分別爲6月20日至7月7日及6月23日至7月11日；C64-7-27果實成熟期爲自8月4日至8月29日最遲；而 C64-7-13果實成熟期爲7月7日至7月18日，介於中間。至於自抽穗至成熟所需日數，以臺農4號平均129天最短，C64-4-783需要153天最長，而 C64-7-13平均需要141天介於中間。

表 5. 試驗各品系（種）間果實發育日數比較[z]

Table 5. Comparison of fruit development period of selseted pineapple lines

Line/cultivar	Flowering period	Maturing period	To maturity days from bloom
C64-2-87	1/25～2/10	6/20～7/ 4	146.4±1.4
C64-7-13	2/15～4/20	7/ 7～7/18	141.0±1.4
(Tainung No. 13)			
C64-7-27	3/15～4/11	8/ 4～8/29	147.4±3.0
C65-4-783	2/15～3/14	7/25～8/ 8	153.6±4.3
Tainung No. 4	2/ 9～3/16	6/23～7/11	129.8±1.6
Tainung No. 11	1/25～2/21	6/20～7/ 7	147.1±4.9

[z] Date of planting, Nov. 1987.

(三)果重及品質調查

果實成熟採收時調查其果重，C64-7-13平均果重1,200公克，較對照品種臺農11號1,063公克約重137公克，差異極顯著。較另一對照品種臺農4號重約49公克，但未達到顯著差異水準。以公頃栽植40,000株計算其理論產量，C64-7-13較臺農11號及臺農4號依序分別增產12.9%

及4.3%（表 6）。就糖酸比而言，C64-7-13因其糖度高，酸度甚低，故糖酸比爲55.4，爲參試品系（種）中最高者，較對照品種臺11號之31.5及臺農 4 號之36.7爲高，因其冬果酸度低，適於冬季生產。C64-2-87的產量雖高，果形圓筒形，但糖酸比甚低，風味差，除供加工外，不適合鮮食。

表 6. 1989年鳳梨優良品系產量及夏果主要特性比較

Table 6. Estimated yield and summer fruit characters of selected pineapple line in 1989.

Line/cultivar	Fruit weight (g)	40,000plant/ha(Yield)			Sugar (Brix)	Acidity (%)	Sugar/ acidity
		Estimated yield (Kg)	Index (%)				
			CK1	CK2			
C64-2-87	1,807.8±83.2	72,312	157.0	170.0	12.0±0.5	0.50±0.04	24.1
C64-7-13	1,200.8±7.1	48,032	104.3	112.9	15.0±0.9	0.27±0.02	55.4
(Tainung No. 13)							
C64-7-27	1,074.4±79.6	42,976	93.3	101.0	12.3±0.9	0.31±0.03	39.7
C65-4-783	1,024.2±85.0	40,968	88.9	96.3	17.1±1.0	0.47±0.07	36.3
Tainung No. 4 (CK1)	1,151.6±60.9	46,064	100.0	108.3	18.7±0.3	0.51±0.06	36.7
Tainung No. 11 (CK2)	1,063.6±68.7	42,544	92.4	100.0	14.8±0.5	0.47±0.06	31.5
L. S. D 5%	73.9	2,956					
1%	100.8	4,032					

(四)其他特性調查

鳳梨成熟時各參試品種之果長、果寬、小果數、花腔深、果心直徑、果梗長、果梗直徑及吸、裔芽數等園藝特性如表及 7 及表 8 所示。C64-7-13平均果長15.5cm，果寬10.8cm，小果數125.8個，花腔深0.9cm，果心1.6cm，果梗長12.2cm，果梗直徑2.4cm，裔芽平均4.9株，吸芽1.1株。C64-7-13花腔較淺，果心小，削皮除心後果實可食率較高，爲本品系之優點，且果梗短，果實不易倒伏，較不易發生日燒果，可免除防晒措施。

表 7. 1989年鳳梨優良品系夏果特性比較

Table 7. Fruit characters of selected lines of pineapple in 1989

Line/cultivar	Fruit lenght (cm)	Fruit diameter (cm)	No. of fruitlet	Depth of blossom cup (cm)	Core diameter (cm)
C64-2-87	17.3±0.6	12.7±0.5	187.7±8.7	1.0±0	2.3±0
C64-7-13	15.6±0.5	10.8±0.1	125.8±6.2	0.9±0	1.6±0.1
(Tainung No. 13)					
C64-7-27	14.2±0.6	10.9±0.5	150.6±15.3	0.9±0	2.4±0.1
C65-4-783	15.0±0.5	10.2±0.4	156.8±1.0	1.0±0.1	2.8±0.2
Tainung No. 4	14.1±1.1	10.4±1.0	153.8±6.2	1.2±0.1	2.2±0.2
Tainung No. 11	14.7±0.9	10.4±0.2	152.0±21.7	0.9±0.3	2.2±0.1

表 8. 1989年夏季鳳梨優良品系之果梗大小及芽數

Table 8. Size of peduncle. number of crown and number of sucker of selected pineapple lines in summer crop1989.

Line/cultivar	Peduncle lenght (cm)	Peduncle diameter (cm)	No. of crown	No. of sucker
C64-2-87	11.1±0.1	2.8±0.2	2.6±1.2	0.7±0.1
C64-7-13 (Tainung No. 13)	12.2±1.6	2.4±0.1	4.9±0.8	1.1±0.7
C64-7-27	13.8±0.5	2.6±0.2	4.3±1.1	0.9±0.1
C65-4-783	18.4±0.8	2.5±0.1	4.6±0.9	2.2±0.6
Tainung No. 4	15.6±0.9	2.5±0.3	4.4±0.5	1.7±0.2
Tainung No. 11	16.4±0.6	2.4±0.1	6.9±0.7	1.7±0.3

四、區域試驗

新品系區域試驗，供試品種 C64-7-13，以臺農11號爲對照，2品種，5重複，計10小區，採逢機完全區集設計，小區面積3m×4.5m=13.5m²，畦距100cm，行距50cm，株距30cm，二列式三角形種植，按一般方法行肥培管理。果實成熟時調查平均果重，並且每小區隨機採取5個果實樣品，以屈折計測定可溶性固形物含量，以檸檬酸定量法測定游離酸含量。試驗地點1990／1992年期計有芬園鄉、山上鄉、鹿野鄉；1991／1993年期計有本分所、民雄鄉、內埔鄉共六處，試驗結果如次：

90／91年期夏果試驗結果，C64-7-13平均果重及糖酸比如表9，彰化縣芬園地區平均果重1,038公克，比對照種臺農11號重78公克，公頃理論產量增收8.1%；糖酸比44.7，極顯著高於對照品種。臺南縣山上地區平均果重爲1,178公克，比對照種臺農11號重255公克，公頃理論產量增收27.7%，糖酸比75.0，極顯著的高於對照種。臺東縣鹿野地區平均果重爲1,026公克，比對照種臺農11號重16公克，公頃理論產量增收1.6%；糖酸比爲70.0，極顯著的較臺農11號高。三處綜合比較：C64-7-13平均果重1,081公克，比對照種臺農11號964公克重117公克，公頃理論產量增收12.1%；而糖酸比三處平均爲63.2，較對照種臺農11號平均爲28.8，提高34.4。風味較對照品種臺農11號爲佳。

表 9. 1990/1992年期C64-7-13（臺農13號）品系不同區域試驗之產量與果實品質

Table 9. The testing of yield and fruit quality of C64-7-13(Tainung No. 13)line which plants planted in autumn 1990 and harvested in summer 1992.

Location	Line/cultivar	Fruit weight (g)	Yielad (tons/ha)	Yielad Index (%)	Sugar (Brix)	Acidity (%)	Sugar/ acidity	Remarks
Fen yuan	C64-7-13	1,038^z	41.5	108.1	13.4	0.3	44.7^y	planted in Autumn, 1990
	Tainung No. 11	960	38.4	100	13.2	0.5^y	26.4	harvested in Jun-Jul 1992
Shan shong	C64-7-13	1,178.4^y	47.1	127.7	15.0	0.2	75.0^y	planted in Autumn, 1990
	Tainung No. 11	922.6	36.9	100	15.1	0.4^y	37.8	harvested in Jun-Jul 1992
Lu yee	C64-7-13	1,025.9	41.0	101.6	14.0	0.2	70.2^y	planted in Autumn, 1990
	Tainung No. 11	1,009.4	40.4	100	13.3	0.6^y	22.2	harvested in Jun-Jul 1992
Average	C64-7-13	1,080.8	43.2	112.1	14.1	0.2	63.2	
	Tainung No. 11	964.0	38.6	100	13.9	0.5	28.8	

^{z} Significantly different at 5% level.

^{y} Significantly different at 1% level. (Tests for F-distribution)

91／93年期 C64-7-13區域試驗結果如表10：本分所試區 C64-7-13平均果重1,153公克，比對照種臺農11號重170公克，公頃理論產量增收17.3%；糖酸比73.0極顯著的高於臺農11號。嘉義縣民雄地區，平均果重1,192公克，比對照種臺農11號重247公克，公頃產量增收26.1%，糖酸比77.0，極顯著的高於對照種。屏東縣內埔地區，平均果重爲1,424公克，比對照種臺農11號重155公克，公頃產量增收12.2%；糖酸比77.5，極顯著的高於對照品種。三處綜合比較：C64-7-13平均果重1,256公克，比對照品種臺農11號提高190公克，公頃產量增收17.9%；糖酸比平均75.8，高於對照對照種臺農11號。

表10. 1991/1993年期C64-7-13（臺農13號）品系不同區域試驗之產量與果實品質

Table 10. The testing of yield and fruit quality of C64-7-13(Tainung No. 13)line which plants planted in autumn 1991 and harvested in summer 1993.

Location	Line/cultivar	Fruit weight (g)	Estimated yield (t/ha)	Index (%)	Sugar (Brix)	Acidity (%)	Sugar/ acidity	Remarks
Chia yi	C64-7-13	1,153[y]	46.1	117.3	14.6	0.2	73.0[y]	planted in Autumn, 1991
	Tainung No. 11	983	39.3	100	15.9[z]	0.4[y]	39.8	harvested in Jun-Jul 1993
min shyong	C64-7-13	1,192[y]	47.7	126.1	15.4	0.2	77.0[y]	planted in Autumn, 1991
	Tainung No. 11	945	37.8	100	15.5	0.4[y]	38.8	harvested in Jun-Jul 1993
ney buu	C64-7-13	1,424	57.0	112.2	15.5[y]	0.2	77.5[y]	planted in Autumn, 1991
	Tainung No. 11	1,268.7	50.8	100	13.3	0.4[y]	33.3	harvested in May 1993
Average	C64-7-13	1,256.3	50.3	117.9	15.2	0.2	75.8	
	Tainung No. 11	1,065.6	42.6	100	14.9	0.4	37.3	

[z] Significantly different at 5% level.
[y] Significantly different at 1% level. (Tests for F-distribution) .

五、秋冬果品質調查

供調查果實樣品係分別採自臺南縣關廟及山上地區，92年栽植之鳳梨園中提前開花結果之植株，經調查測定平均果重、果長、果徑及糖酸度結果如表11。關廟地區 C64-7-13平均果重爲917.2公克，果長14.3公分，果寬9.8公分，糖度14°Brix，酸度0.30%，糖酸比46.7，均較臺農11號爲高，酸度較低，經統計分析結果，除果長及糖度外，皆達極顯著差異。山上地區 C64-7-13平均果重爲576公克，果長12.4公分，果寬8.8公分，糖度15.9° Birx，酸度0.45%，糖酸比35.3，也優於臺農11號，尤其糖度、酸度及糖酸比均具極顯著差異。顯示 C64-7-13新品種在低溫與短日照環境下生產之秋冬果仍適合生食。

表11. 臺農13號秋冬果品質調查比較

Table 11. The comparison of fruit quality of C64-7-13 in autumn-winter season.

Location	Line	No. of fruit observed	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Sugar (Brix)	Acidity (%)	Sugar/ acidity
Guan miaw[y]	C64-7-13	18	917.2[z]	14.3	9.8[z]	14.0	0.30	46.7[z]
	Tainung No. 11	18	732.8	13.4	9.3	13.3	0.58[z]	23.3
Shan shang[x]	C64-7-13	10	576	12.4	8.8	15.9[z]	0.45	35.2[z]
	Tainung No. 11	10	565	12.2	8.6	14.3	1.21[z]	11.8

[z] Significantly different at 5% level. (Tests for F-distribution)
[y] Fruits harvested in December 10, 1993.
[x] Fruits harvested in December 5, 1994.

結　論

鳳梨原為臺灣重要外銷作物，生產果品多供加工製罐外銷，對國家經濟發展與社會繁榮著有貢獻，因此栽培品種多為加工用的開英種。近年來由於本省工業經濟結構的轉變，工資高漲，鳳梨罐頭在國際市場難與鄰近東南國家如泰國、菲律賓等生產之低廉產品競爭，昔日外銷優勢漸被取代，能繼續生存發展者唯有國內鮮銷市場。臺灣省農業試驗所嘉義分所鑑於鳳梨鮮食品種選育之重要，乃於1975年利用正常開英種（Normal smooth cayenne）為母本，「臺農8號」，為父本雜交，1987年由其實生苗中選出 C64-7-13優良品系，1987～1989進行品系比較試驗，1990～1993進行區域試驗，1994年3月經臺灣省政府農林廳新品種命名審查委員會審查通過，正式命名為鳳梨「臺農13號」，商品名「冬蜜鳳梨」。

「臺農13號」鳳梨，以供鮮食為主，其優點葉長較直立，且果梗短，果實不易倒伏，較不易發生日燒果，可免除防晒措施；植株生育強壯，田間萎凋病罹病率較低。果實皮薄，芽眼（花腔）淺，果心小，削皮除心後果實可食率較高。果肉顏色金黃，糖度高，酸度低，鳳梨固有香味濃；果實不論肉聲或鼓聲，品質相近，較其他品種適合秋冬季生產。臺農13號鳳梨，四、五月間生產之肉聲果，果心易斷裂為之缺點，可減少氮肥施用及不噴施植物荷爾蒙，以生產鼓聲果等彌補之。

誌　謝

本項育種工作歷年來承蒙農委會在「果樹新品種之開發引進與育種」計畫項下補助經費。工作進行中屢蒙前任李分所長良，現任程分所長永雄暨徐主任信次等長官的鼓勵與指導。雜交實生苗之培育，田間調查與選拔，以及優良苗之繁殖等工作，承林美莉、李進芳、陳槌、陳慶宏、賴慶瑞等同仁的協助，謹此誌謝。

引用文獻

1. 李學勇。1956。園藝育種學。第246～293頁。時代出版社。
2. 許志超。1952。臺灣之鳳梨品種。農林通訊。3(2)：9～23。
3. 張清勤。1991。臺灣鳳梨未來發展趨勢。臺灣省農業試驗所特刊35號。第373～376頁。
4. 張清勤。1993。鳳梨雜交育種及株系選拔。臺灣省農業試驗所特刊37號。第281～287頁。
5. 蔣明南。1982。園藝育種之重要及應循之方向。臺灣農業18(1)：6～15。
6. 蔣明南。1982。近代育種觀念在本省園藝上之應用。臺灣農業18(2)：1～16。
7. 貴島豐智。1963。嘉義支所之鳳梨新品種育成事業。熱帶園藝6(3)。
8. Webber, H. J. 1960. The Pineapple Leonard Hill（Books）Limited, London Plate 37：78～127.

'Tainung No. 13' Pineapple[1]

Ching-Chyn Chang[2]

Summary

'Tainung No. 13' ,a new pineapple cultivar was named in March 1994 from the C64-7-13 line selected by the Chiayi Agricultural Experiment Station. C64-7-13 was derived from a cross seeding between 'Smooth Cayenne'and 'Tainung No. 8' in 1975. It was selected in 1987, and tested through a series of multilocation trials during 1987 to 1993.

The plant of 'Tainung No. 13' averages 127.5cm in height with leaf length 104cm and width 5.1cm. The leaf base and tip have little spines but the leaf margins are spineless. The fruit is a cone shape with a mean weight of 1.2Kg. It has little protruding fruitlets and purple bracts. The fruit has shallow blossom cup, thin skin and a short peduncle. Skin color turns from greenish-yellow into orange when it is ripening. The characters of fruits include golden -yellow flesh, firm, slightly fibrous, and average sugar content 15.7°Brix and acidity 0.27%. 'Tainung No. 13' is a fresh market pineapple cultivar with very distinguished flavor and suitable for autumnwinter production. It has some degree of wilt tolerance in the field. 'Tainung No. 13' has a trade name 'Winter Honey'.

Key words: Pineapple (*Ananas comosus* (L) Merr) , Fruit Breeding, Yield, Quality.

1. Contribution No. 1800 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associated Horticulturist of Chiayi Agriculture Experiment Station (CAES), TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：297～312（1995）

雞糞—鋸木屑堆肥微生物相變化之研究[1]

吳繼光　劉燕雪　簡宣裕[2]

摘要：雞糞—鋸木屑堆肥的微生物族群因堆肥日漸完熟而有逐漸減少的趨勢。新社不加米糠的雞糞—鋸木屑堆肥中，無論是高溫或常溫溶磷菌，以鋸木屑：雞糞混合比例16：8的處理為最少，但會有因混合材料的碳氮比值的升高而有增加的現象。反之，在中埔添加米糠的雞糞—鋸木屑堆肥中，無論是高溫或常溫性溶磷菌均以鋸木屑：雞糞混合比例16：8的處理為最高，且因著混合材料的碳氮比值的升高而有減少的現象。在新社堆肥場所製作之堆肥，其固氮菌總數因堆肥日趨成熟而逐漸減少；但在中埔的雞糞堆肥卻有日漸增加的現象。雞糞—鋸木屑的添加與混合比例會影響固氮菌的族群數量。此外，就整體來說，添加米糠於堆肥製作材料中，可促進溶磷菌或固氮菌的族群數；但就堆肥成分而言，米糠的添加對堆肥的全磷或全氮並沒有增加的效果。

關鍵詞：堆肥、固氮菌、溶磷菌、微生物相。

肥製作過程中微生物扮演著重要的分解者角色[19]。由於不同微生物的營養需求有所差異以及堆肥化過程中溫度的變化，使得微生物相隨著堆肥腐熟程度的不同而有所變化更替[2,4,7,15]。由於微生物相變化繁多，其中不乏許多有益之微生物。近來已有許多自堆肥成功分離出有益微生物的先例。如豬糞堆肥除臭菌，纖維素分解菌[6]，氯酚化物分解菌[18]，溶磷菌[3]，作物病原菌抑制菌[17]等。將這些有益微生物回接至堆肥中，具有除臭，縮短腐熟時間[13]，提高肥力[9]，幫助作物抗病[8]等功用。本研究的目的是在探討雞糞—鋸木屑堆肥製作過程中，雞糞與鋸木屑添加比例以及米糠的添加與否等不同處理，對微生物相和堆肥化學成分變化的比較。

材料與方法

本研究分別於臺中縣新社及嘉義縣中埔堆肥場，進行雞糞—鋸木屑堆肥中微生物相之調查研究。雞糞—鋸木屑堆肥所需之原料依重量比，分３種混合比例處理，２重複。（處理１）鋸木屑：雞糞：米糠＝16：8：1，（處理２）鋸木屑：雞糞：米糠＝16：4：1，（處理３）鋸木屑：雞糞：米糠＝16：2：1。另在新社堆肥場所製做的堆肥則未添加米糠，藉以比較米糠對堆肥中微生物相變化的影響。每處理堆積量為10公噸，堆積高度１公尺，水分含量調為60％，堆積處底下有通風管送風，送風量為100公升／每分鐘・每平方公尺，每星期用鏟裝機翻堆一次，自製作堆肥之日起，定期採集上層與下層堆肥，進行堆肥成分分析並分離及計算微生物的菌落數。

雞糞堆肥的成份分析及微生物相調查項目：

㈠全磷：樣品以硝酸與過氯酸（５：１）混合酸液分解，磷以維他命Ｃ顯色法顯色後，用光電比色器

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1801 號。
2. 本所農業化學系副研究員、約僱助理及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

測定[1]。

(二)全氮：樣品以濃硫酸及催化劑分解後，用擴散法測定[1]。

(三)有機碳：以 Walkely 氏濕化法（Wet combustion method）測定[14]。

(四)可抽出性無機氮：以 2N KC1 250 毫升和 5 公克濕樣品混合，100rpm 搖盪 1 小時，用 Whatman No.42 濾紙過濾[10]。0.09克 Devard 催化劑放入擴散皿，並加入 5 毫升濾液。小杯皿裝入 4 毫升 4 %硼酸，置於擴散皿正中央，然後加入 45% K_2CO_3 1 毫升，以透明膠帶封住擴散皿，於室溫下經 3 天後，取出硼酸吸收液，以 0.01 N H_2SO_4 滴定。然後換算出樣品中無機氮含量[1]。

(五)還原醣：5 公克濕堆肥樣品加30毫升去離子水振盪 1 小時。用 1 號濾紙過濾，濾液以 Dinitrosacyclic acid reagent 方法測定[5]。

(六)常溫性及嗜高溫性細菌的分離與數量估算：

在每一混合樣品中，經過適當的稀釋後，以細菌旋轉稀釋儀（spiral system）均勻塗抹於營養平板培養基上[20]，並置於攝氏25及55度的培養箱中培養。經過 1～2 週後，計算菌落數。

(七)常溫性及嗜高溫性固氮菌的分離與數量估算：

稱取適量的樣品，經過適當的稀釋後，以三角玻棒均勻塗抹於選擇性平板培養基[11]上，並置於攝氏25及55度的培養箱中培養。經過數天後，觀察並計算菌落數。

(八)常溫性及嗜高溫性溶磷菌的分離與數量估算：

取適量的樣品，經過適當的稀釋後，以三角度棒均勻塗抹於 Young[21]平板培養基上，並置於攝氏25及55度的培養箱中培養。經過數天後，觀察菌落溶磷現象並計算菌落數。

結果與討論

一、雞糞混合比例對堆肥微生物相變化的影響

雞糞堆肥的微生物族群有因堆肥日漸完熟而逐漸減少的趨勢（圖 1—8）。在不同的雞糞混合比例下，增加雞糞的添加量，可以促進堆肥中還原糖的釋出（圖21）與增加溶磷菌的族群數（圖 5），但卻減少了固氮菌的族群數（圖 9，11）。這可能與雞糞中含有高量的有機氮所致，因為含氮量高的基質會影響固氮菌的生長[12,16]。鋸木屑與雞糞的混合比例以 2：1 為最佳，有助於堆肥中全氮與全磷的增加（圖13—16）。此外，由於增加雞糞的添加量可以促進微生物的活性，因此有助於炭氮比值（圖17—18）及有機質含量的下降（圖19—20），進而加速堆肥的完熟。

二、米糠的添加對堆肥微生物相變化的影響

在一般常溫性細菌與嗜高溫性細菌的族群總數的比較上，添加米糠的中埔雞糞堆肥中，其高溫性細菌總數較高（圖 3）；而未加米糠的新社雞糞堆肥，其常溫性細菌明顯較中埔為高（圖 2）。這種現象可能是因為添加米糠，造成微生物活動增加進而產生高溫後所選擇的結果。但就整體而言，添加米糠確可增加常溫性及高溫性有益微生物如溶磷菌（圖 5—8）、固氮菌的族群數（圖 9—12）。

溶磷菌族群在總數上，以中埔所製作的堆肥較新社者為高。在以新社不加米糠的雞糞—鋸木屑堆肥中，無論是高溫或常溫溶磷菌，以第一處理為最少，且有因混合材料的碳氮比值的升高而有增加的現象（圖 6，8）。反之，在中埔添加米糠的雞糞堆肥中，無論是高溫或常溫性溶磷菌均以第一處理的為最高且因著堆肥碳氮比值的升高而有減少的現象（圖 5，7）。這可能與碳氮比以及還原糖較多有關（圖21）。整體來說，溶磷菌族群因著堆肥的完熟而有日趨減少的現象。將來在提升堆肥品質時，宜考慮添加溶磷菌於完熟堆肥中[22,23]。

固氮菌族群在總數上，也以中埔所製作的堆肥較新社者為高。在新社及中埔兩堆肥場所製作之堆肥，亦因添加米糠的有無，而有所差異。在新社堆肥場，其固氮菌總數因堆肥的日趨完熟而逐漸減少（圖10，12）；反之，在中埔堆肥場則有因堆肥日趨成熟而日漸增加的現象（圖 9，11），此外，在

中埔與新社所製作的堆肥，無論是常溫性或嗜高溫性固氮菌的數量，也因著堆肥碳氮比值的升高而有增加。有關固氮菌族群因著雞糞一鋸木屑堆肥添加米糠後，造成族群優勢出現時間延遲的現象其原因尚待求證。

三、雞糞、鋸木屑混合比例與米糠的添加對堆肥成分變化的影響

在本試驗中，新社與中埔的雞糞堆肥的化學分析結果如圖13—20所示。有關全氮量的比較，就相同處理而言，以新社堆肥較中埔者爲高。這可能是由於中埔的堆肥經添加米糠後，因造成微生物的活性提高而消耗氮源所致。但就全磷量而言，在相同處理下，中埔的堆肥較新社者爲高。這與該堆肥中含有較高量的溶磷菌有關[23]。全氮及全磷的含量皆以第一處理較高。碳氮比與有機質含量則以第一處理下降最快（圖17—20）。可見添加氮源如雞糞等，確實可以增加微生物的活性，加速堆肥的腐熟[24]。至於，添加米糠對堆肥品質所造成的影響。以全氮量變化爲例，添加米糠的中埔堆肥，其全氮變化曲線先下降後再緩升（圖13）；相對的以不加米糠的新社堆肥，其全氮曲線則呈快速攀升（圖14）。由於中埔堆肥其全氮變化在第三週時曾下降至最低點，因此在其堆肥製作過程中，全氮的增加量較不添加米糠的新社堆肥來得低。有關全磷的變化也是一樣，添加米糠的中埔堆肥其全磷增加量較不添加米糠的新社堆肥來得高（圖15—16）。就有機質而言，添加米糠的中埔堆肥，其有機植含量下降較新社爲快，可見米糠的添加有助於促進微生物的活性並加速碳源的分解[25]。

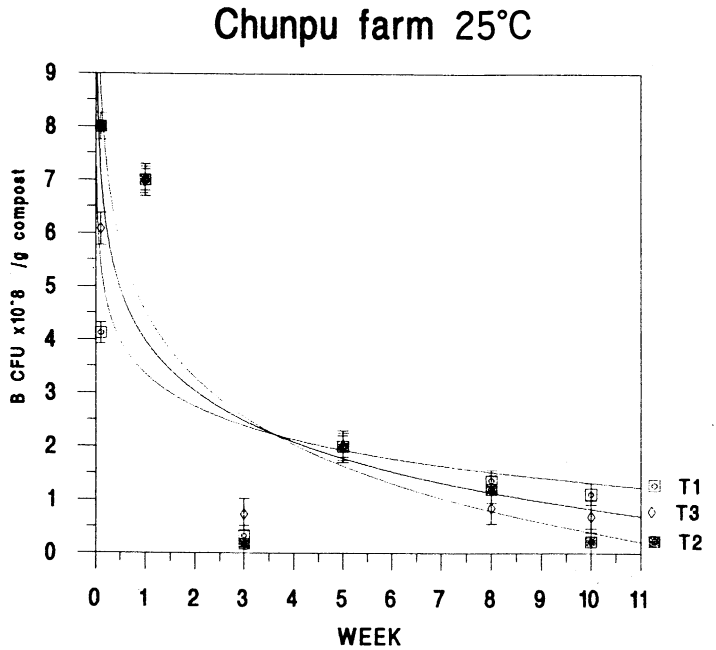


圖 1. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性細菌數之變化情形。

Fig. 1. Bacteria (B) count at 25°C in Chunpu farm. T1 : treatment 1, saw dust, chicken feces and mixed, 16 : 8 : 1 (W/W/W) ; T2 : treatment 2, saw dust, chicken feces and bran are mixed, 16 : 4 : 1 (W/W/W) ; T3 : treatment 3, saw dust, chicken feces and bran are mixed, 16 : 2 : 1 (W/W/W) 。

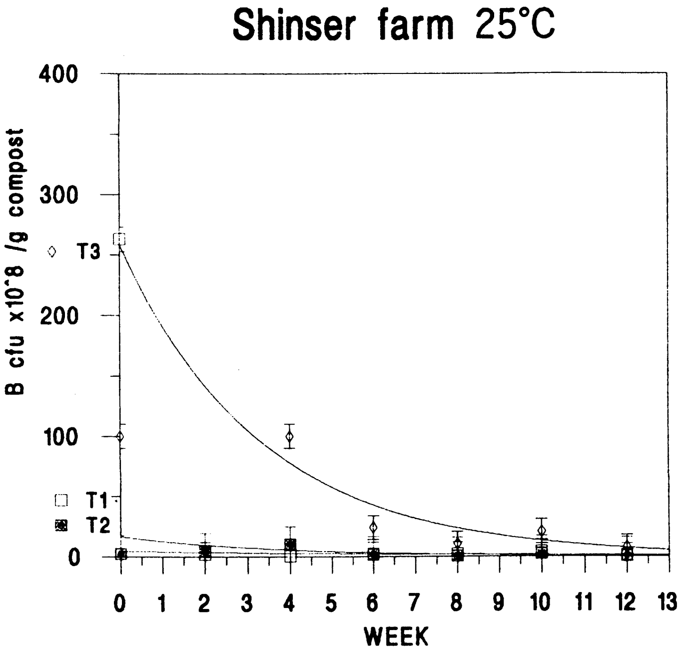


圖 2. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性細菌數之變化情形。
Fig. 2. Bacteria count at 25°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

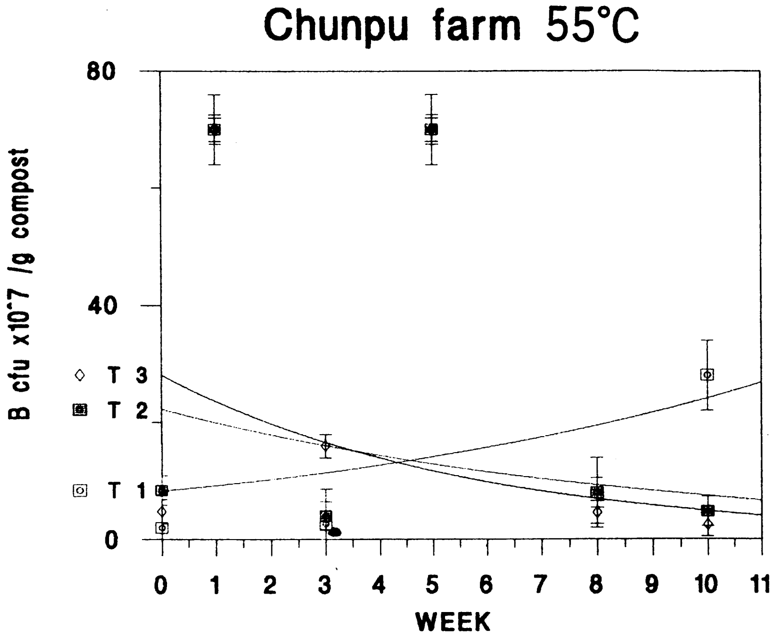


圖 3. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性細菌數之變化情形。
Fig. 3. Bacteria count at 55°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig.1

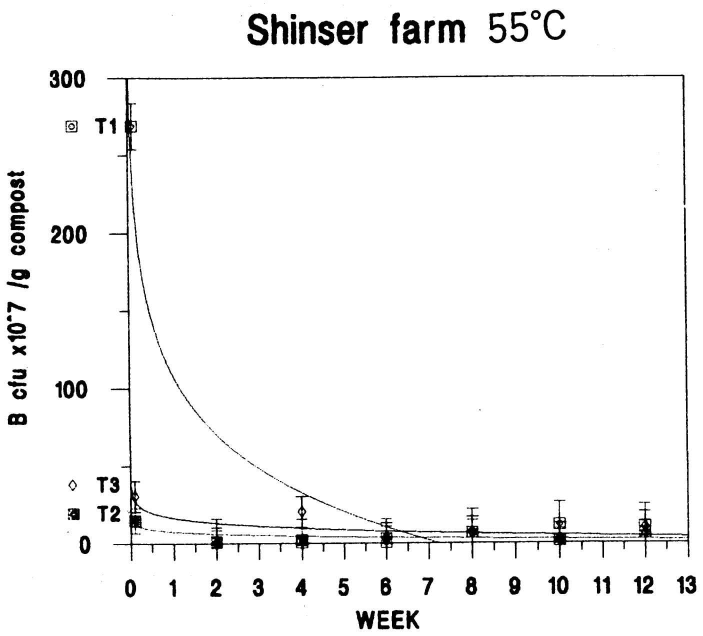


圖 4. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性細菌數之變化情形。
Fig. 4. Bacteria (B) count at 55°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

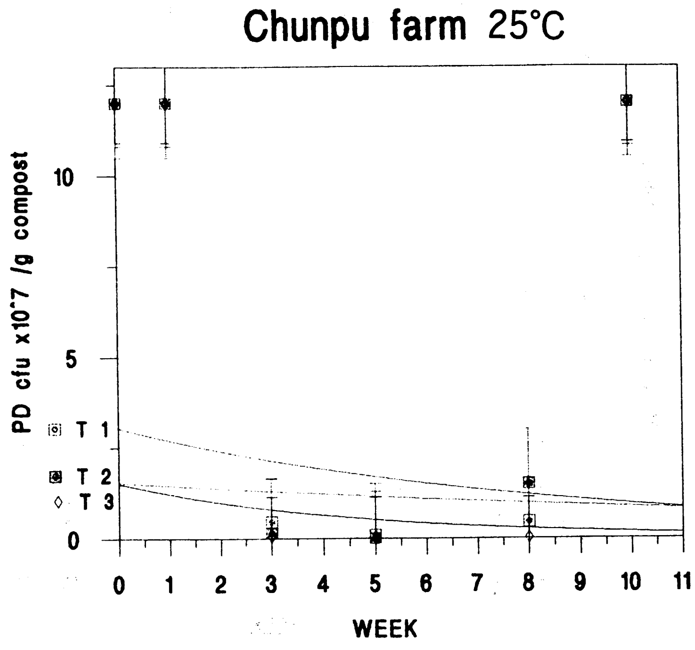


圖 5. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性溶磷菌數之變化情形。
Fig. 5. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 25°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

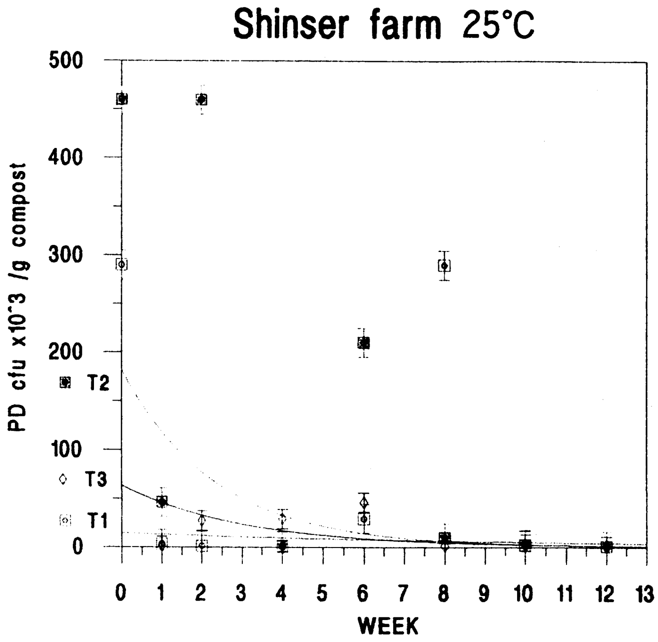


圖 6. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 6. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 25°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

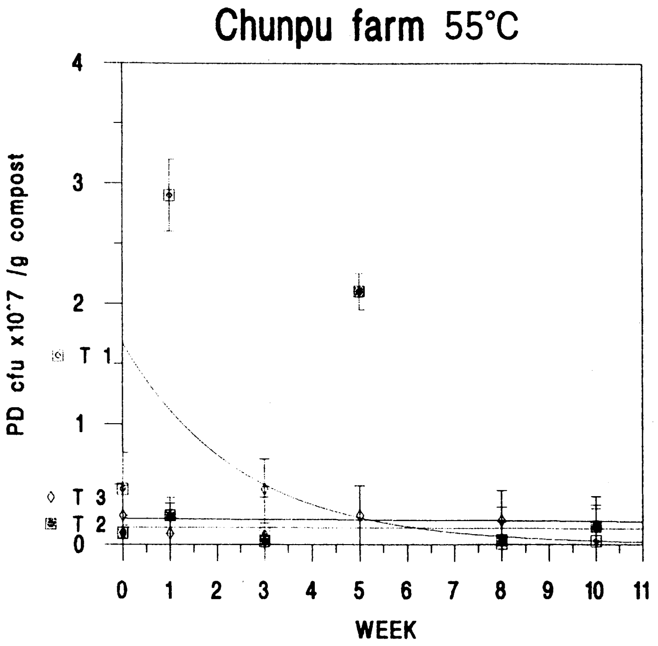


圖 7. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 7. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 55°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

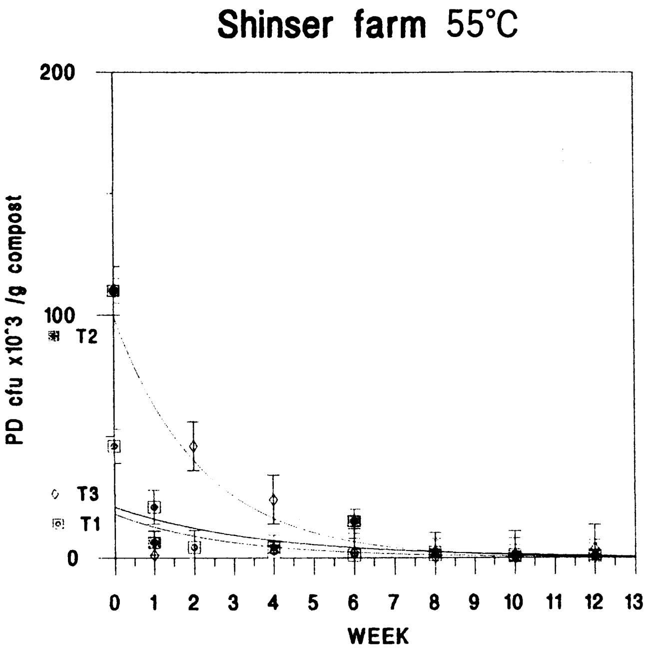


圖 8. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 8. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 55°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

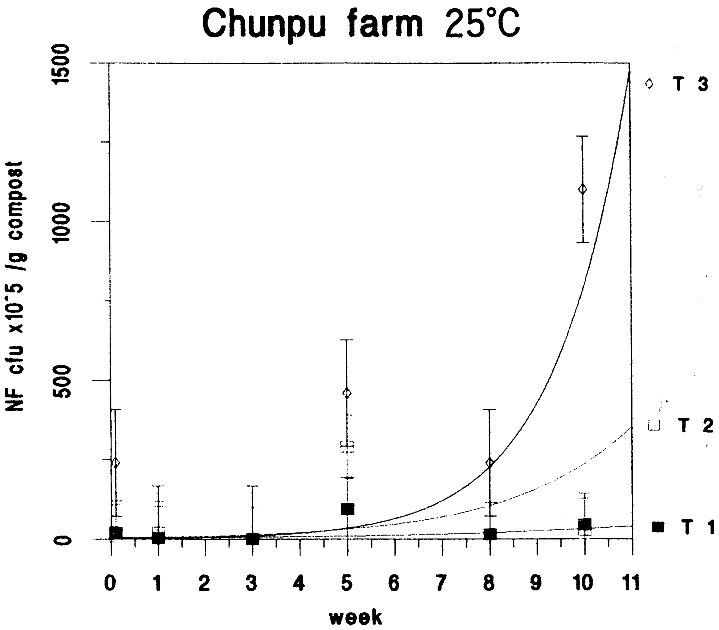


圖 9. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 9. Nitrogen-fixing bacteria (NF) count at 25°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

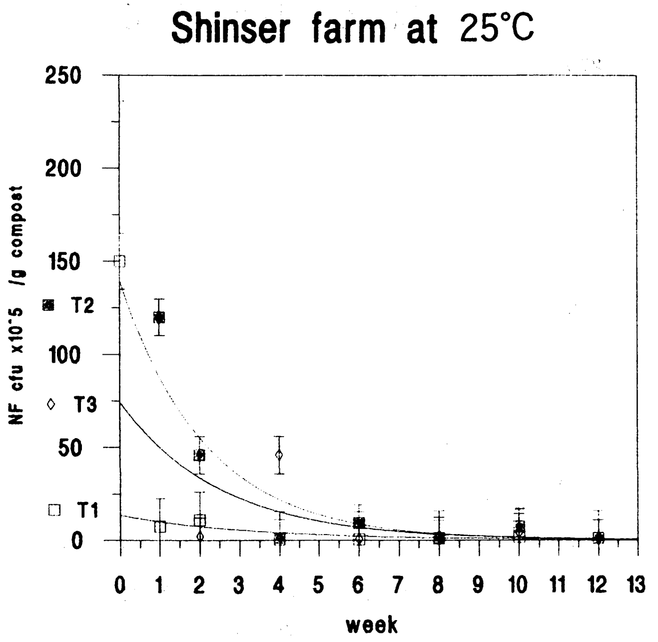


圖 10. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 10. Nitrogen-fixing bacteria (NF) count at 25°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

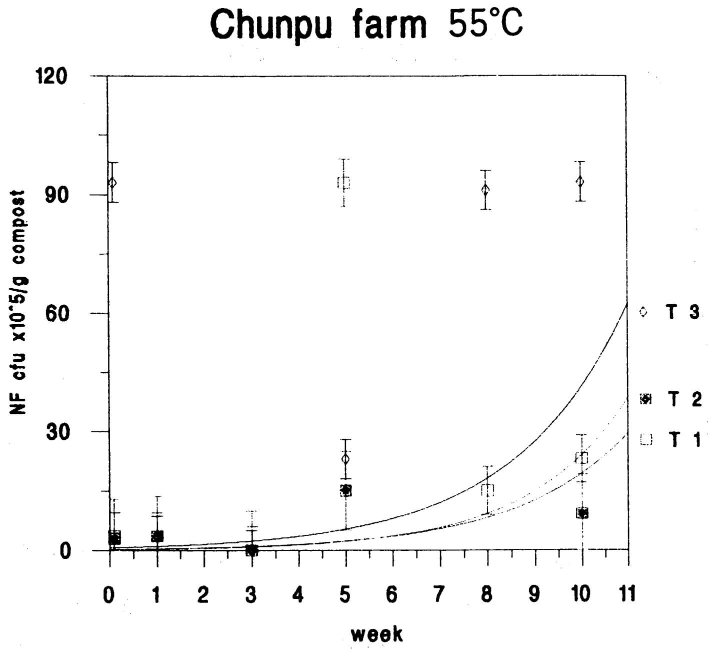


圖 11. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 11. Nitrogen-fixing (NF) bacteria count at 55°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

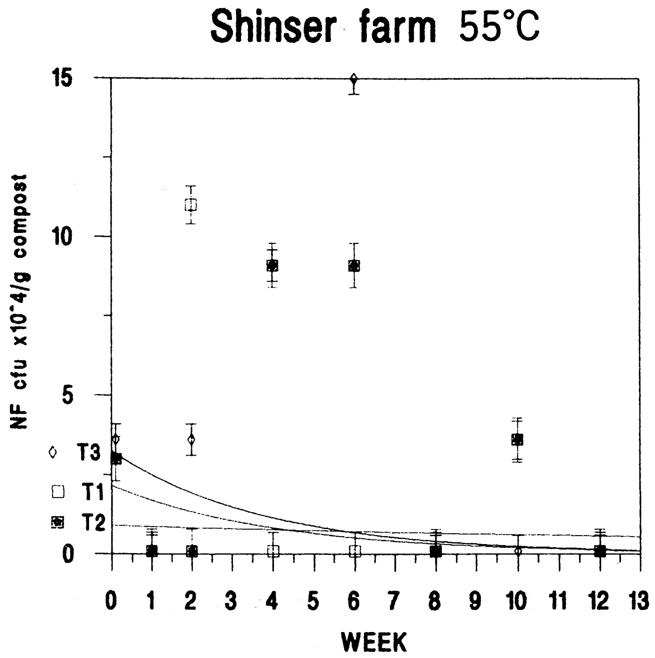


圖 12. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 12. Nitrogen-fixing (NF) bacteria count at 55°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

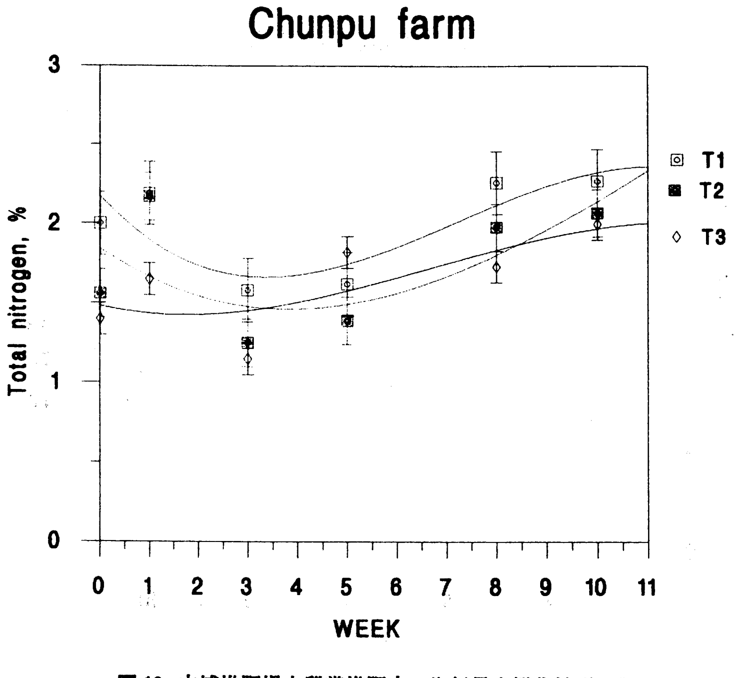


圖 13. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，全氮量之變化情形。

Fig. 13. Total nitrogen (TN) change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

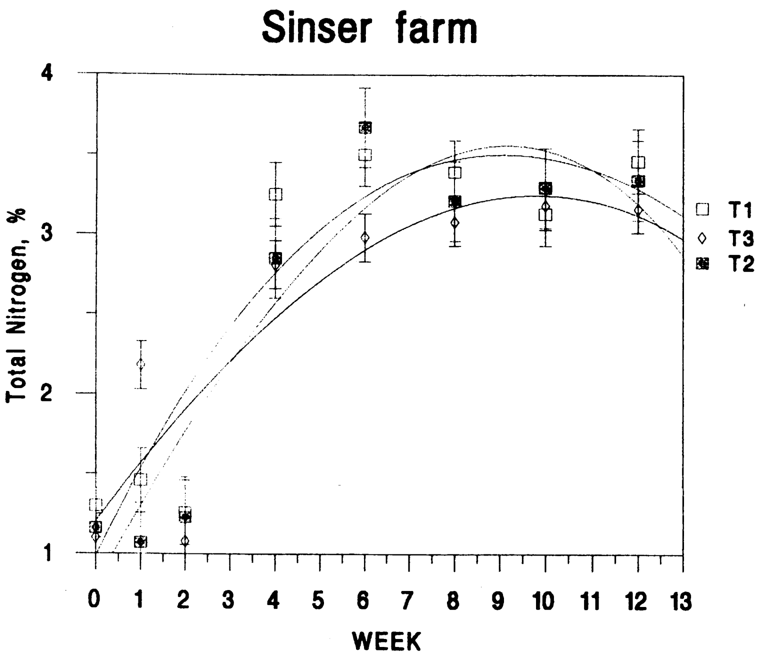


圖 14. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，全氮量之變化情形。

Fig. 14. Total nitrogen (TN) change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

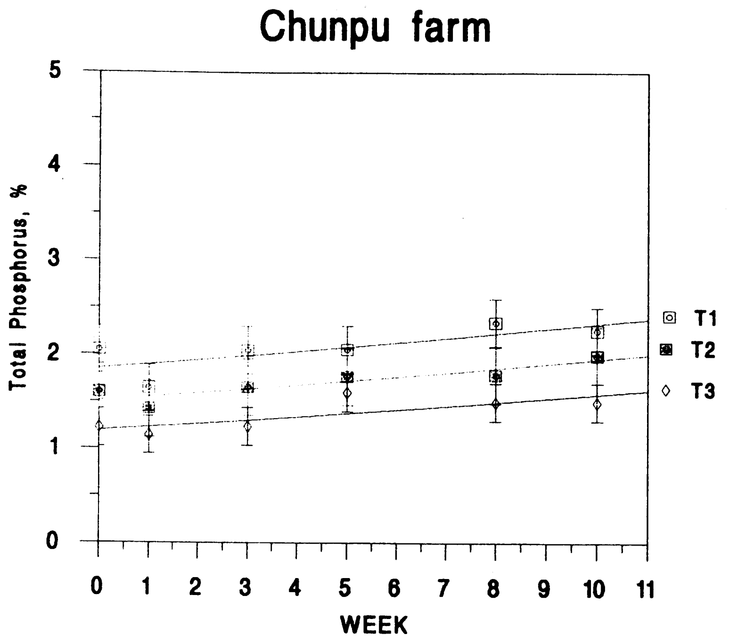


圖 15. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，全磷量之變化情形。

Fig. 15. Total phosphorus (TP) change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

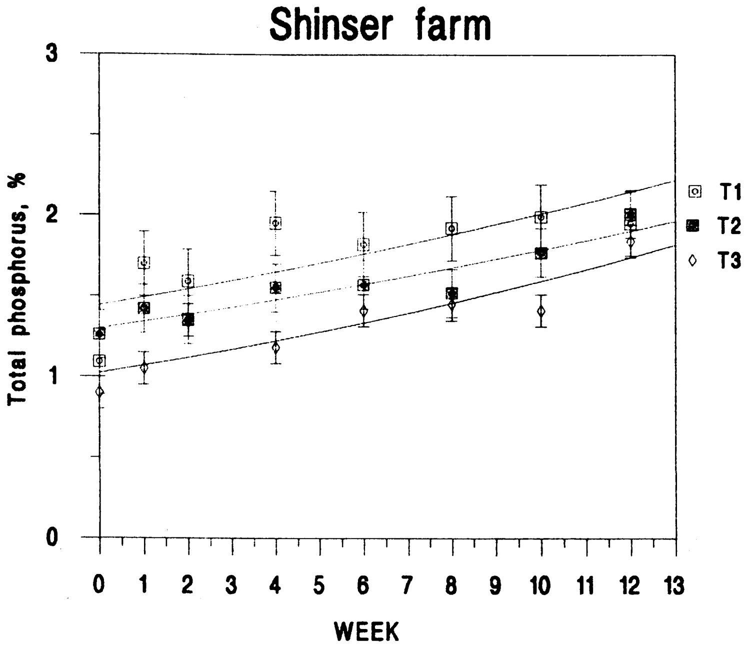


圖 16. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，全磷量之變化情形。

Fig. 16. Total phosphorus (TP) change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

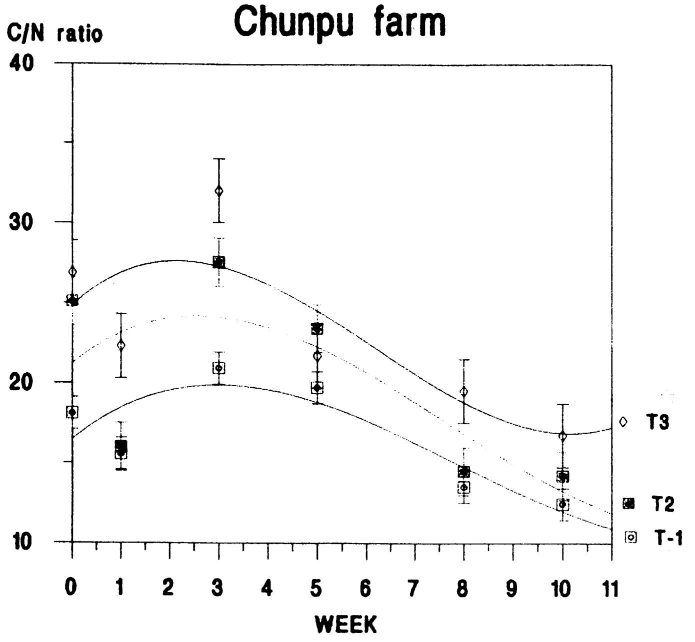


圖 17. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，碳氮量之變化情形。

Fig. 17. Carbon/Nitrogen (C/N) ratio change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

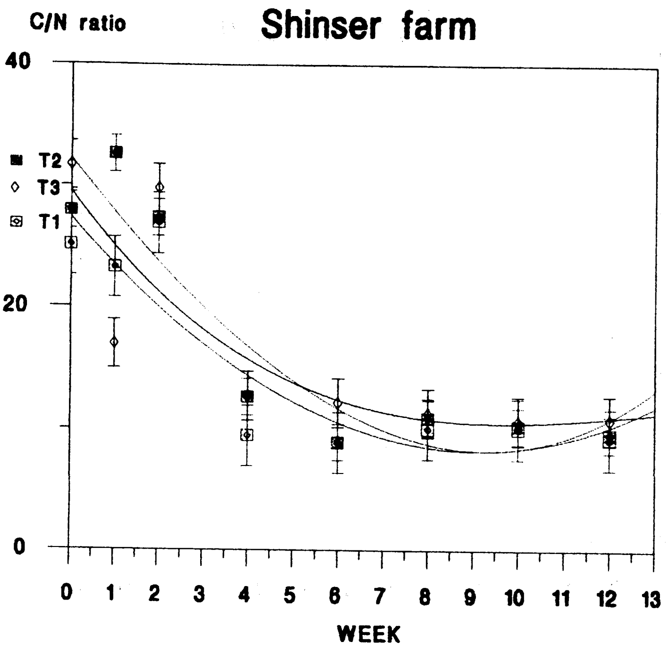


圖 18. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，碳氮量之變化情形。

Fig. 18. Carbon/Nitrogen (C/N) ratio change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

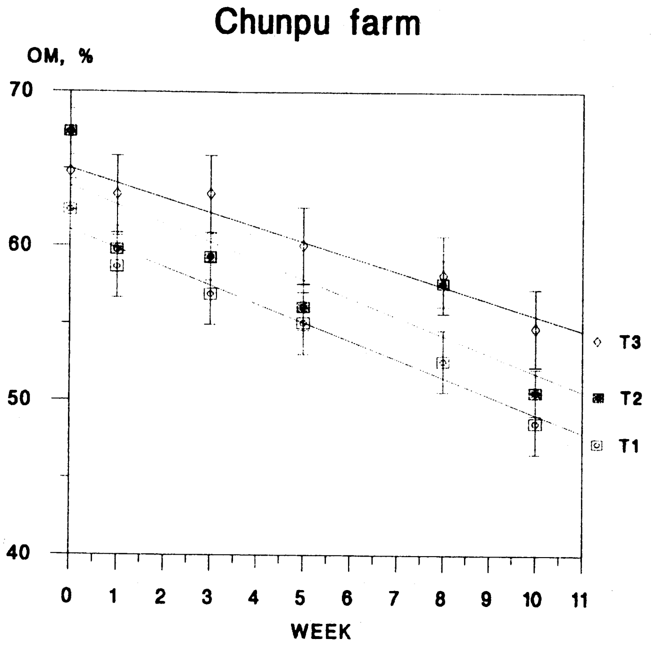


圖 19. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，有機質含量之變化情形。

Fig. 19. Organic matter (OM) change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

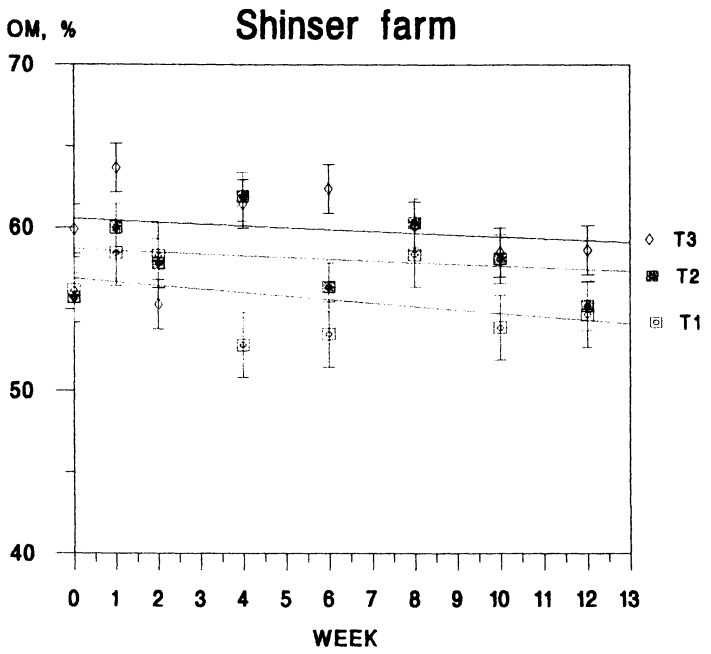


圖 20. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，有機質含量之變化情形。

Fig. 20. Organic matter (OM) change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

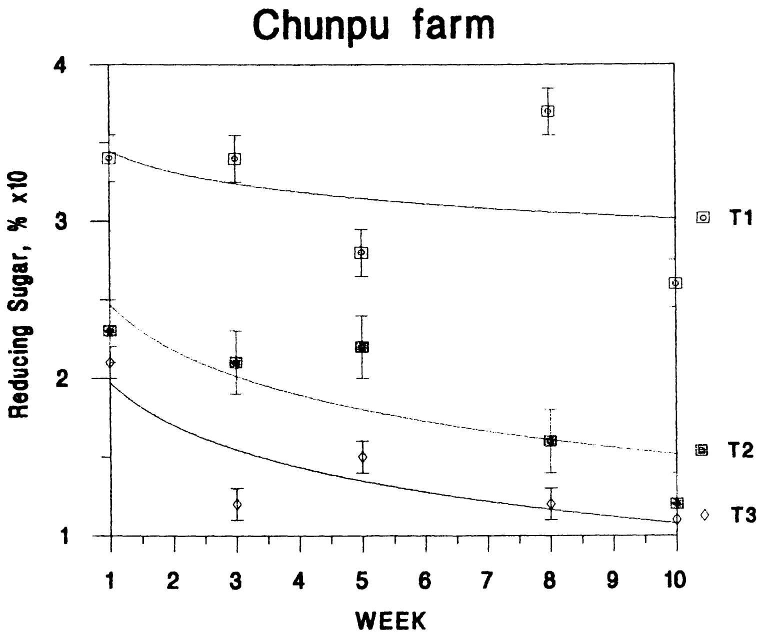


圖 21. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，還原糖之變化情形。

Fig. 21. Reducing sugar change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

誌 謝

本研究承農委會83科技—2.6—糧—57（3）及82科技—2.4—糧—22（2—1）計畫經費補助，在此致謝。

引用文獻

1. 張淑賢。1970。本省現行植物分析法—作物需肥診斷技術。第53—57頁。臺灣省農業試驗所編印。
2. Chang, Y. and H. J. Hudson. 1967. The fungi of wheat straw compost. I. Ecological studies. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50：649—666.
3. Darmawal, N. S., R. B. Singh, and Rai Raman. 1989. Isolation of phosphate solubilizers from different sources. Current Sci. 58：570—571.
4. Ferugus, C. L. 1964. Thermophilic and thermotolerant molds and actinomycetes of mushroom compost during peak heating. Mycologia 56：267—284.
5. Fischer, E. H. and E. A. Stein. 1961. α-Amylase from human saliva. In：Biochemical Preparatioin, Vol. 8, ed. by A. Meister, John Wiley & Sons, Inc. New York, pp.27—33.
6. Ginnivan, M. J., J. L. Woods, and J. R. O'callaghan. 1977. Thermophilic fermentation of pig feces and straw by actinomycetes. J. Appl. Bacteriol. 43：231—238.
7. Hayes, W. A. 1968. Microbiological and biochemical changes in composting straw/horse manure mixtures. Mushroom Sci. 7：173—186.
8. Hoitink, H. A. J. and P. C. Fahy. 1986. Basis for the control of soil-borne plant pathogens with compost. Ann. Rev. Phytopathol. 24：93—114.
9. Kapoor, K. K., K. S. Yadav, D. P. Singh, M. M. Mishra, and P. Tauro. 1983. Enrichment of compost by *Azotobacter* and phosphate solubilizing microorganisms. Agricultural Wastes 5：125—133.
10. Kenney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. In：Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 648—649.
11. Knowles, R.1982. Free-living dinitrogen-fixing bacteria. In：Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 1071—1092.
12. MacRae, I. C. 1975. Effect of applied nitrogen upon acetytene reduction in the rice rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 7：337—338.
13. Matthur, R. S., S. P. Magu, K. V. Sadasivam, and A. C. Gaur. 1986. Accelerated compost and improved yield. Biocycle 27：42—44.
14. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In：Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 570—571.
15. Strom, P. F. 1985. Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. Appl. Environ. Microbiol. 50：899—905.
16. Trolldenier, G. 1977. Influence of some environmental factors on nitrogen fixation in the rhizosphere of rice. Plant and Soil 47：203—217.
17. Tunlid, A., H. A. J. Hoitink, C. Low, and D. C. White. 1989. Characterization of bacteria that suppress *Rhizoctonia* damping-off in bark compost media by analysis of fatty acid biomass. Appl. Environ. Microbiol. 55：1368—1374.
18. Valo, R. and M. Salkinoja-Salonen. 1986. Bioreclamation of chlorophenol-contaminated soil by composting. Appl. Microbiol. Biotech. 25：68—75.
19. Waksman, S. A., W. W. Umbrett, and T. C. Cordon. 1939. Thermophilic actinomycetes and fungi in soils

and in compost. Soil Sci. 47 : 37—61.

20. Wollum II. A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. In : Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 781—802.

21. Young, C. C. 1990. Effects of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. Soil Sci. Plant Nutr. 36 : 225—231.

22. Bangar, S. G. and P. L. Patil. 1980. Effect of C/N ratio and phosphate fertilizer on the decomposition of wheat straw. J. Indian Soc. Soil Sci. 28 : 543—546.

23. Sadasivam, K. V., R. S. Mathur, S. P. Magu and A. C. Gaur. 1981. Enrichment of compost by *Azoctobacter* and phosphate solubilizer. Zentrbl. Bacteriol. Abt. II 136 : 628—630.

24. Parr. J. F. and S. B. Hornkick. 1993. Utilization of municipal wastes. In : Soil Microbial Ecology, ed. by F. Blaine Metting, Jr., Marcel Dekker, Inc., New York, pp 545—559.

25. Alexander, M. 1961. Organic matter decomposition. In : Introduction to Soil Microbiology, Johe Wiley and Sons, New York, pp. 139—162.

Microbial Dynamics in Chicken Feces-Saw Dust Compost[1]

Chi-Guang Wu, Yen-Sher Liu and Shiuan-Yuh Chien[2]

Summary

Microbial population decreases as compost reach to mature. In compost made at Shinser farm and not amended with rice bran, population of mesophilic and thermophilic phosphate-dissolving bacteria (PD) is positively correlated with C/N ratio. However, if compost material mixed with rice bran, both populations increase as C/N ratio decline. The population of free-living nitrogen-fixing bacteria (NF) in the compot of Shinser declined as compost approached maturity. In contrast, the compost of Chunpu farm, NF population increase as compost mature. The population of NF was influenced by the quantity of chicken feces added as composting material. Generally, the addition of rice bran into the production of compost could enhance the populations of PD and NF; nevertheless, the effect of rice bran was negative to the composition of total nitrogen and total phosphorus.

key words: Compost, Nitrogen-fixing bacteria, Phosphate-dissolving microbes, Microflora.

1. Contribution No. 1801 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Soil Microbiologit, Research Assistant, Assistant Agricultural Chemist respectively, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：313～334（1995）

電阻式稻穀水份計性能之檢測[1]

陳加忠　曹之祖[2]

摘要：本研究利用烤箱量測所得之量測值爲標準值，用以比較國內最常使用之四型稻穀電阻式水份計量測性能，並比較四個不同品種對水份計性能之影響。利用統計量中誤差值與變異數以決定水份計之適用範圍。藉量測值與標準值之關係建立最佳校正方程式以改良量測性能。研究結果顯示電阻式水份計之適用量測範圍僅限於含水率22%以下。本研究亦探討品種、機具與收穫年期對於量測性能之量化影響。

關鍵詞：烤箱、含水率、稻穀、電阻水份計。

在國內加工作業中，穀物含水率的檢定主要以紅外線水份計，電阻式與高週波式水份計爲主。前者之量測適用範圍已有探討(2)，後者之量測方式受到穀物種類，周圍溫度與校正方法等因素所影響，但皆未有詳盡之測定以評估其性能。在乾燥機之乾燥自動控制作業中，穀物於機體內需要即時量測其含水率用以控制其預定含水率。國內乾燥機之生產廠商早期自日本購買此型水份量測設備，近年來已開始自製此型電阻式水份計，並完成實用之驗證校正技術，使自製水份計達到量產銷售階段(5)。針對散裝穀物監控系統之含水率測定方面，利用電子相對濕度計量測平衡相對濕度與溫度，再換算爲含水率之技術也已開發完成(3)。然而檢驗用之水份計其影響因子尙未有詳細之研究。

農產品水份量測法主要分爲初級法（Primary）與二級法（Secondary）(13,14)。初級法係將水份直接自穀物內移出以計算其數量，此種直接方法主要以烤箱之熱風加以乾燥水份。直接法之準確性最高，但是耗費人力與時間，對檢驗量測作業並不適用。二次法又稱間接法，係量測與穀物含水量有關的化學或物理量，再轉換爲水份值。此類測定方式必須以初級（或稱直接法）爲依據，進行校正工作。常用的方法如電子原理量測法，紅外線快速乾燥法，相對濕度量測法，近紅外線技術與微波技術(10)。

以電子式水份計進行穀物水份量測其利用特點如下：操作簡易，快速，可隨身攜帶。主要之應用爲電阻式。因爲校正來源來自最初標準，因此準確性無法高於最初標準之準確性。其構造與量測原理可說明如下：

1. 電阻式水份計係以相向之金屬板擠壓穀粒後，在一定電壓下量測電流變化，再轉換爲穀物水份。穀物水份愈高，電阻愈小。穀粒水份低於某一限度時，水份緊緊拘束，對礦物質無溶解作用，無法用以量測電阻變化。在水份太高的情況下，電阻已無變化性，因此此型水份計有其應用限制，不適用太低或太高含水率之樣本。
2. 此型水份計之其他影響條件包括穀粒內水份是否均勻分佈。以稻穀爲例，表層之殼與內部白米之含水率即不相同。因此往往需要碾壓成碎粒混合，再進行量測。使用時於用壓力與周圍溫度對準確性均有影響。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1802號。
2. 本所農工系副研究員、技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

水份計之性能與其售價相關，因使用之目的可分爲成本高昂，以市場交易爲目的之市場型水份計與以農場現地量測用之農場型水份計[10,15,16]。感測器之性能主要有四種：準確性、精密性、遲滯性與持久性[2]。對於穀物含水率量測而言，國內農民與農企業所使用之廠牌來源除國產兩型水份計之外，並自國外購買各種機型，而其性能之比較往往僅以準備性爲主[4]，對於量測性能之精密性，與性能影響因子中如稻穀品種之量化影響能力，尙未有詳細之研究。

Multon 氏[17]對八種水份計進行評估，提出選用檢驗穀物水份計的條件爲準確性與重覆性良好，操作簡易，操作時間短，成本低廉。電子式穀物水份計的準確性則取決於校正技術。

Cervinka 氏等[9]描述美國加州農業部穀物水份計之校正系統建立程序，以烤箱量測值爲標準。樣本含水率爲14－15%時，水份計量測性能良好，在22%含水率時誤差顯著增加。量測誤差爲穀物容積密度（bulk density）與含水率之線性關係函數。Bern 與 Hurburgh 氏[8]觀察兩種廠牌33具玉米粒水份計兩量測值與烤箱法標準值的誤差特性。對13.4%之樣本而言，兩廠牌平均誤差爲0.34與0.73%，對24.6%之樣本，平均誤差各爲0.47%與0.32%。誤差值與水份計之使用年份無顯著關係。

Hemeda 氏等[12]研究玉米之品種，機械傷害程度與乾燥溫度對四種電容型水份計之性能影響，其結果顯示品種與機械損傷程度對於量測誤差有顯著影響，但使用乾燥溫度於20～82°C時，並不影響水份計性能。Paulsen 氏等[20]研究校正技術對六型水份計量測性能之影響能力，其結果顯示對低含水率之樣本，量測誤差爲0.1至0.6%，高含水率之樣本其量測誤差爲－0.6至－0.3%。量測誤差的變異數隨含水率增加而增加。相同樣本，以同型水份計在不同實驗室之量測結果亦有顯著誤差。Hurburgh 氏等[15]測定比較五型市場用玉米水份計之性能。結果顯示量測誤差與樣品含水率有關，在含水率低於30%時，量測誤差（烤箱值減水份計量測值）爲正，含水率高於30%時，量測誤差爲負。誤差來源中，樣本因品種或組成成份不同之量化影響比例約有85～90%，因此研究者建議品種之電子物性關係需要加以詳細研究。相同之研究人員[16]，對三種農場用水份計進行性能研究，發現農場型水份計其量測誤差變異數隨含水率增加而增加，其標準差則高於市場型水份計。相同廠牌不同機則引起之誤差則十分顯著，約佔誤差值36%，而市場型水份計爲同一廠型之差異則不顯著。

日本農業所使用之電子型水份計主要有電阻式，高周波電阻式與高周波電容式三種[6]。在性能研究方面，笠原氏[7]比較四種水份計之量測性能，甚結果顯示品種、未成熟粒與雜物量、施肥量等均影響測定性能。

國內之相關研究中，陳與曹氏[4]曾試驗以六型水份計量測四類穀物與豆科種子之含水率之誤差特性，水份計之應用原理包括電阻式，電容式與高周波式。以量測試差測觀察其量測適用範圍，並以各校正方程式比較其改良能力，但對影響因子如品種，機型等因素量化影響並未加以探討。

在量測性能研究方面，Noomhurm 與 Verma 氏[19]係描繪量測值與標準值之分佈圖形，以複相關係數（R^2）做爲評估之標準比較不同烤箱技術之誤差特性。Hurburgh 氏等[15]則建立量測值（Mm）與標準值（Mo）之差異值（Da）與標準值之線性關係式（$Da=a+b\times Mo$），但其 R^2 值皆小於0.6。Wilhelm 等人[22]在利用微波爐量測豆莢含水率之研究中，建立兩種校正方程式，直線方程式中烤箱所得含水率（Mc）爲 Y 值，在特定乾燥時間，特定數量樣本條件下之量測值（Ma）爲 X 值，其 R^2 爲0.94。另一項多重迴歸式以 Mc 值爲 Y 值，自變數（Xi）包含 Ma 值，乾燥時間（t），樣本數量（L），與 $Ma\times t$，$Ma\times L$ 之乘積值。此類研究用以評估量測準確性之統計量僅以 R^2 值爲主。

儀器之量測性能主要有準確性（Accuracy）與精密性（Precision）。前者代表量測數據與眞實標準值接近程度。後者代表在同一樣本，儀器重覆量測其數據相近之程度。此兩種性能曾採用於紅外線之性能研究[2]。

本研究之目的如下：

(一)以統計量如誤差絕對值分佈及標準差比較四種稻穀電阻式水份計之性能。
(二)以迴歸分析技術評估校正曲線對量測性能之改良能力。
(三)比較不同品種，收穫年代與不同機具（Units）對量測性能之影響。

材料與方法

一、研究所用設備

(一)烤 箱

德製 Rost Fret 牌，溫度控制範圍於1°C以內，用以量測含水率，本研究中所標稱之含水率均爲濕基（w. b. %）

(二)電阻式水份計

型式與廠商所列規格如下：

1. Kett 型：Riceter Model L

日本 Kett 公司產品，利用平板擠壓樣本，因電阻變化以量測含水率，稻穀之適用量測範圍爲11～30%，準確度±0.1%。

2. YA 型

日本山本公司產品，係利用平板擠壓方法量測，稻米測定範圍爲10%～40%。含水率10～20%時，準確度±0.5%，含水率30%以上時，準確度±1%。

3. IZ 型

日本靜崗公司產品，測定技術與 YA 相同，其量測範圍由國內代理廠商註明在20%內有效。

4. CMW 型

國內精明公司生產廠牌，樣本置於量測穴內，利用槓桿原理壓擠接觸點以量測含水率。此型設備共有兩種：兩段型（11—26%）與三段型（11—34%）。

二、測定用材料

稻穀，共有四種品種：臺稉8號（Taikeng No.8），臺稉2號（Taikeng No. 2），臺稉5號（Taikeng No. 5）與高雄142號（Kaohung No. 142）。

三、研究所用方法

(一)樣本準備

所測定樣本自田間採收後以烤箱法量測其最初含水率，並以乾燥設備乾燥至預定含水率，乾燥所用溫度約50°C左右，由初期試驗可知每批樣本數量約爲3.5公斤。乾燥完成冷卻後均勻混合置於密閉塑膠袋內，使其含水率均勻狀態。其平衡相對濕度大於65%之樣本則放置於2°C冷凍櫃內以避免發霉。樣本含水率自10%至34%，每2%之間隔即準備一批樣本以供試驗。

(二)每批樣本於各測定設備之測定方法如下：

1. 國產精明牌 CMW 型
2. 日本，Kett 牌
3. 日本，山本牌 YA 型
4. 日本，靜崗牌 IZ 型

依據儀器使用說明，記錄其讀出數據，每組數據每次至少七重覆。

(三)收穫年代與不同機具之影響

以臺稉8號品種，比較國產 CMW 型水份計於不同收穫年代與不同機具之性能影響。

四、量測曲線之應用

以樣本之含水率標準值（X）與水份計量測值（Y）之關係加以圖示，稱爲量測曲線，理想的量測曲線爲 X＝Y，代表量測值性能無任何誤差，對眞實之量測曲線而言，有如下之關係：

(一)$Y=a+X$，代表量測值與眞實值有固定之截距存在。

(二)$Y=b\times X$，代表量測值與眞實有一常數之比例關係。

(三)$Y=c_0+c_1\times X$，代表兩者之關係爲直線，而狀況(1)與(2)爲此型之特例，可利用 c_0 與 c_1 值改良量測性能。

(四)$Y=d_0+d_1\times X+d_2\times X^2+d_3\times X^3+\cdots\cdots+d_n\times X^n$，代表兩者之關係爲曲線，有時必須以非線性函數表示。

五、實驗數據之分析方法

此研究中以烤箱（105°C，72 hr）所量測之數據爲標準值，用以評估穀物水份計之性能。相關之統計技術說明如下：

(一)點測定

在同批樣本測定中，各測定水份計多次量測之數據其統計分析所用統計量[18,21]，包括誤差值（e），平均值（x），變異數（s^2），與誤差絕對值之平均值（Er）。

$$e=Mo-Mm \tag{1}$$

$$Er=\frac{|e|}{N} \tag{2}$$

Mo：烤箱法之量測值

Mm：水份計之量測值

N：樣本數

(二)區域測定

在全部量測範圍內，繪製標準值對量測值和各統計量之數據分佈，觀察不同測定設備在測定範圍之性能表現[18,21]，其應用技術如下：

1. 檢定 e 值與 s^2 值對標準值之分析是否有規律性，依此分佈狀況可比較其適用範圍。Er 值用以判別標準性，Er 值愈小，準確性愈好，s^2 值用以判別精密，s^2 值愈小，精密性愈佳。
2. 建立校正方程式，繪製量測值對標準值之量測曲線，利用迴歸分析技術以建立適當之校正曲線，而迴歸分析所得之標準差值（SE）可作爲量測性能之誤差比較標準，SE 值之計算公式如下：

$$SE=\left(\frac{\sum|(x-y)|^2}{N-P}\right)^{0.5} \tag{3}$$

x 爲標準值，y 爲校正方程式預測值，P 爲方程式參數數目。所有之校正方程式均觀察其適用範圍對預測性能影響，以評估其適用範圍。

結果與討論

一、水份計量測性能

(一)全部含水率之範圍（10％－35％）

以臺稉8號品種之量測數據爲代表探討五型水份計之量測性能。

1. CMW 型水份計

對國產 CMW 電阻式水份計而言，三組數據量測值與樣本標準值之關係如圖1a 所示，圖中數字代表數據重覆次數（以下之圖形其數字之意義相同），兩者並非直線分佈。量測誤差與標準值之關係如圖1b。由圖可知，誤差之分佈並非均勻落於 X＝0之水平線附近，而是

顯示曲線之分佈。其準確性不佳，Er 爲1.65。

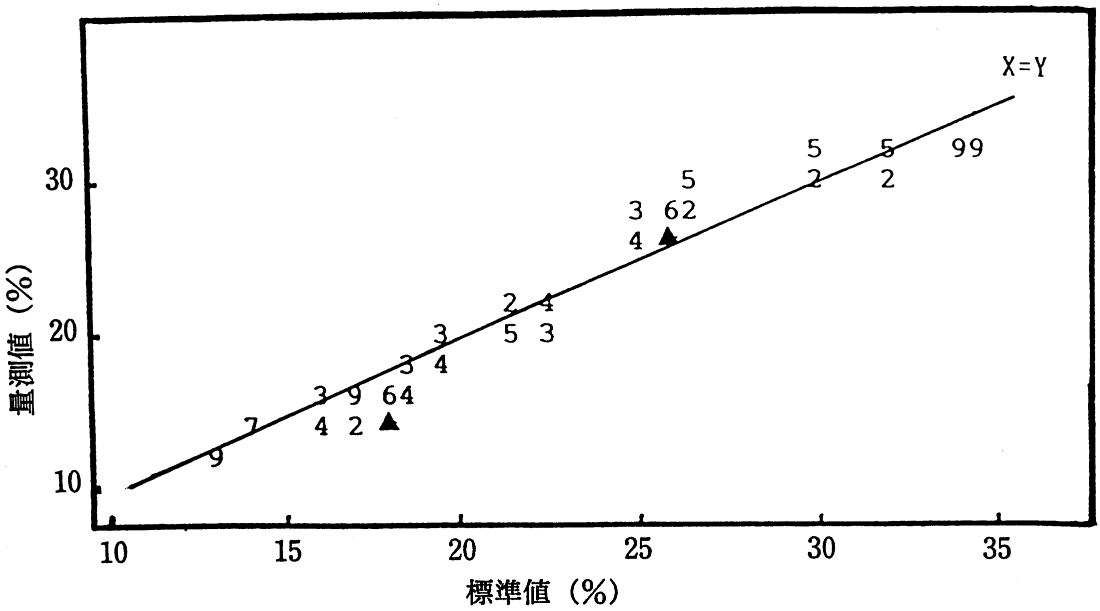


圖 1a. CMW 水份計對臺稉8號之量測性能 (10~35%)

Fig. 1a. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter (10~35%)

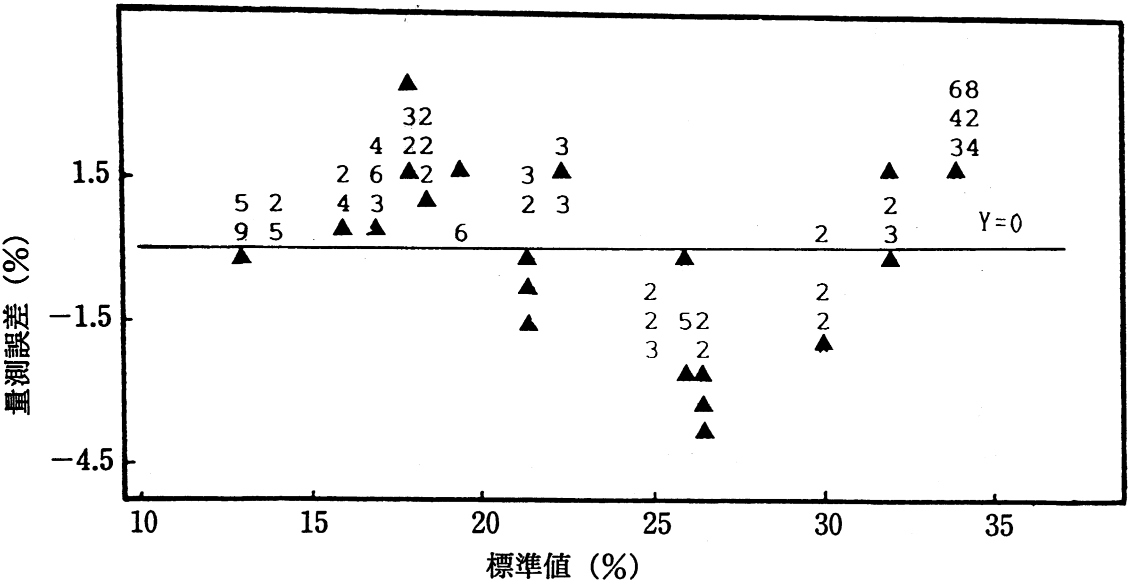


圖 1b. CMW 水份計對臺稉8號之量測誤差 (10~35%)

Fig. 1b. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter (10~35%)

每組數據（七重覆）之變異數對標準值之關係如圖1c所示。在樣本含水率爲20～25%之範圍，變異數之值高於0.4之上，顯示此種水份計量測精密性之不佳，其較佳應用範圍僅限於20%以內。

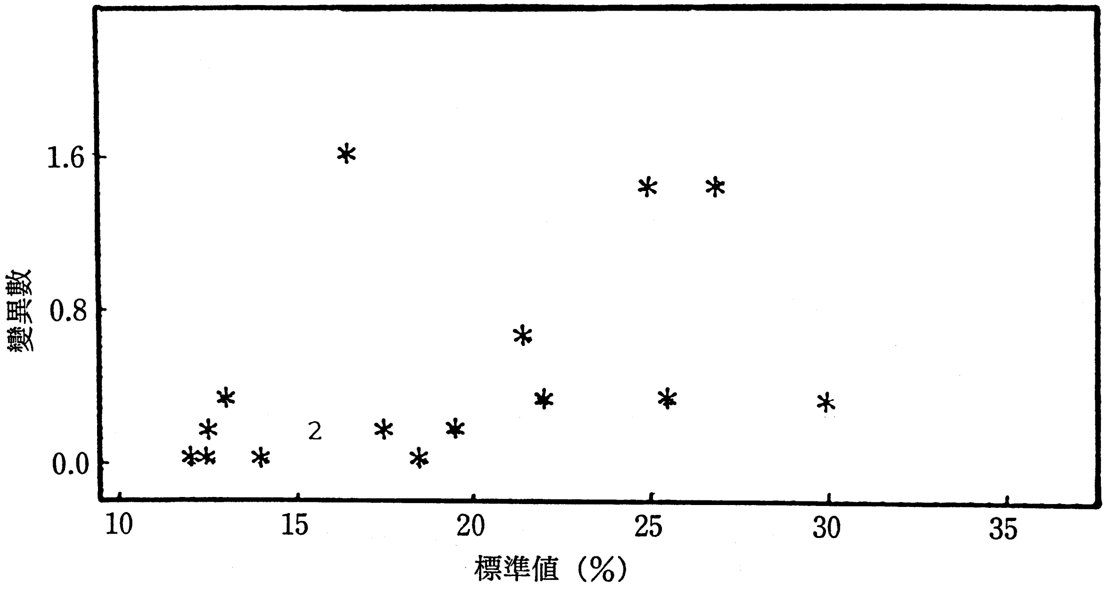


圖 1c. CMW 水份計對臺稉8號之變異數（10～35%）

Fig. 1c. Variance versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter (10～35%)

以直線迴歸技術之校正公式爲：

$Y=0.85+0.3\times X1$，$R^2=0.967$，$SE=1.6$ (4)

Y 爲烤箱法測定所得標準值，X_1 爲 CMW 型水份計之量測值。

Er 爲直接量測誤差，數值爲1.65，SE 爲利用校正迴歸方程式改良量測性能之誤差，其值爲1.65顯示以校正方式對此型水份計之性能改良並無多大幫助。

利用包含四次方之多項式建立之校正迴歸方程式其 R^2 爲0.976，SE 爲1.3。可知利用校正方程式在含水率10%～35%量測範圍對此型水份計之性能改善並不良。其他三種品種之量測誤差分佈均與臺稉8號相似。

2. Kett 水份計

Kett 水份計對臺稉8號量測數據的量測性能曲線如圖 2a 與圖2b。圖 2a 中量測點的分佈與 X＝Y 直線比較，有較佳之直線關係。其量測誤差由圖 2b 可知，在低於含水率20%之範圍內，量測誤差分佈集中於Y＝0之兩側，在大於20%之範圍之後，誤差之分佈成發散狀態，呈現精密性不良之性能。由量測值變異數對標準值之分佈圖形（圖2c），可知大於含水率20%之範圍，將使量測之重覆性不佳。

此型水份計量測誤差 Er 值爲0.65。建立直線校正方式如下：

$Y=-0.341+1.014\times X_2$，$R^2=0.976$，$SE=0.84$ (5)

SE 值爲0.84，大於 Er 值0.65，可知以校正方式對量測性能之改良不大。

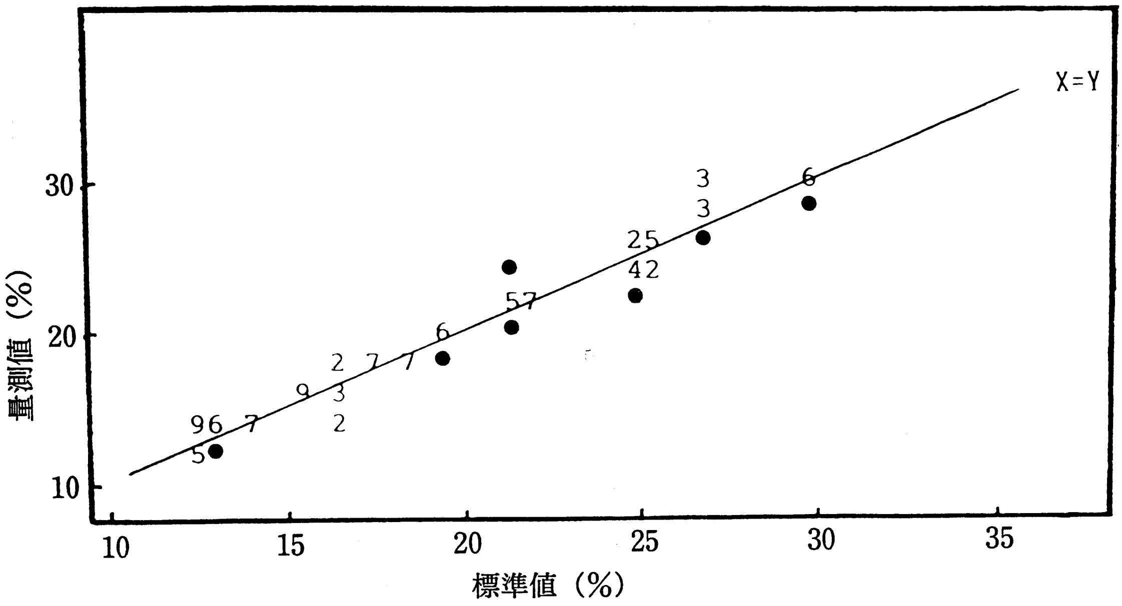


圖 2a. Kett 水份計對臺稉8號之量測性能 (10～32%)
Fig. 2a. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for Kett meter (10～32%)

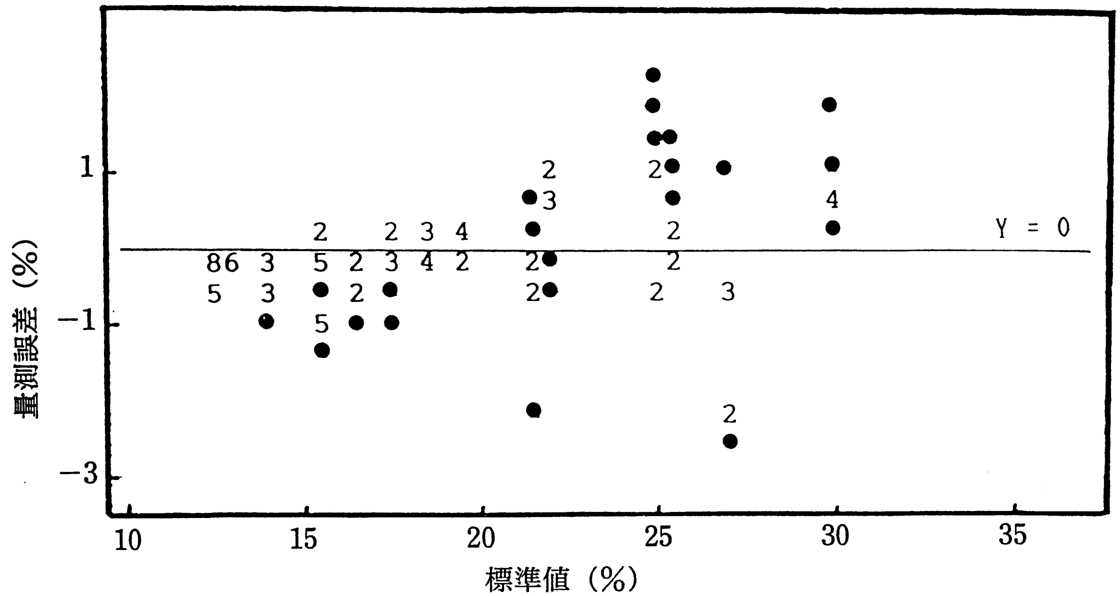


圖 2b. Kett 水份計對臺稉8號之量測誤差 (10～32%)
Fig. 2b. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for Kett meter (10～32%)

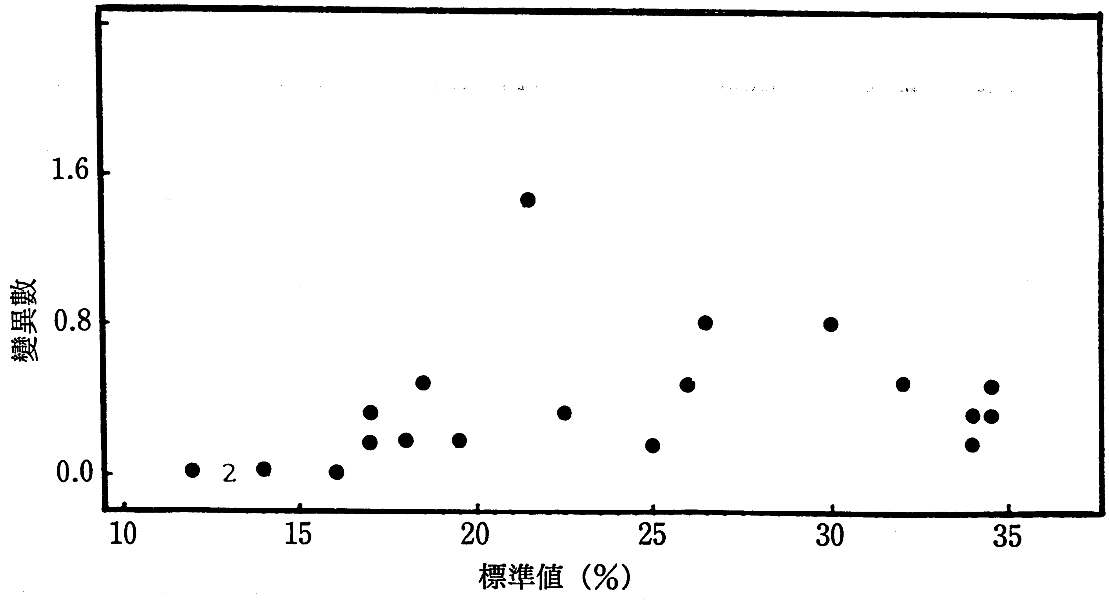


圖 2c. Kett 水份計對臺稉8號之變異數（10～32%）
Fig. 2c. Variance versus oven moisture of Taikeng No. 8 for Kett meter (10～32%)

3. YM 水份計

YM水份計對臺稉8號之量測性能如圖3a。量測數據均十分接近X＝Y之直線，量測誤差之分佈如圖3b。在高於含水率22%之量測範圍，其量測誤差成發散分佈，代表精密性不良。圖3c顯示量測數據之變異數在大於含水率22%後顯著增加，且隨樣本含水率增加而增加。

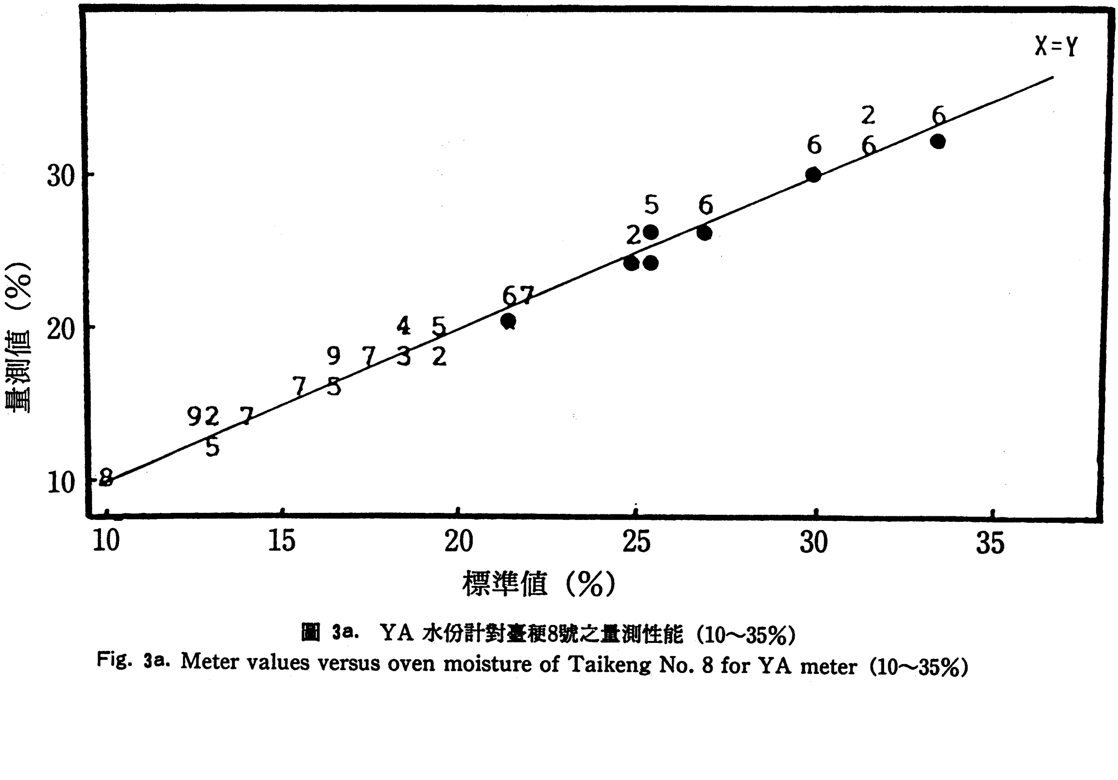


圖 3a. YA 水份計對臺稉8號之量測性能（10～35%）
Fig. 3a. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for YA meter (10～35%)

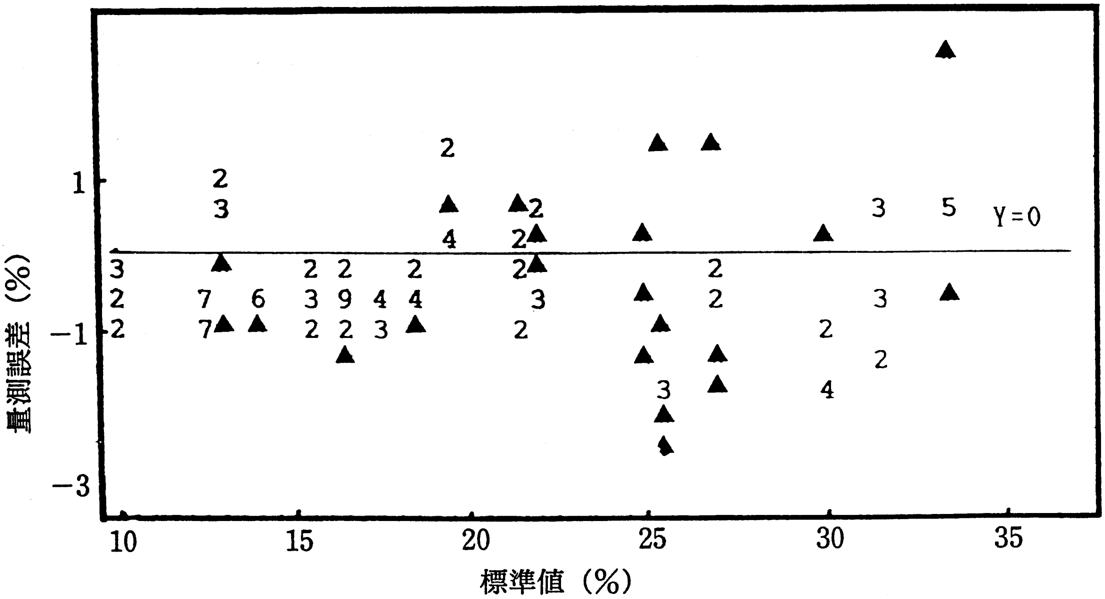


圖 3b. YA 水份計對臺稉8號之量測誤差（10～35%）
Fig. 3b. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for YA meter（10～35%）

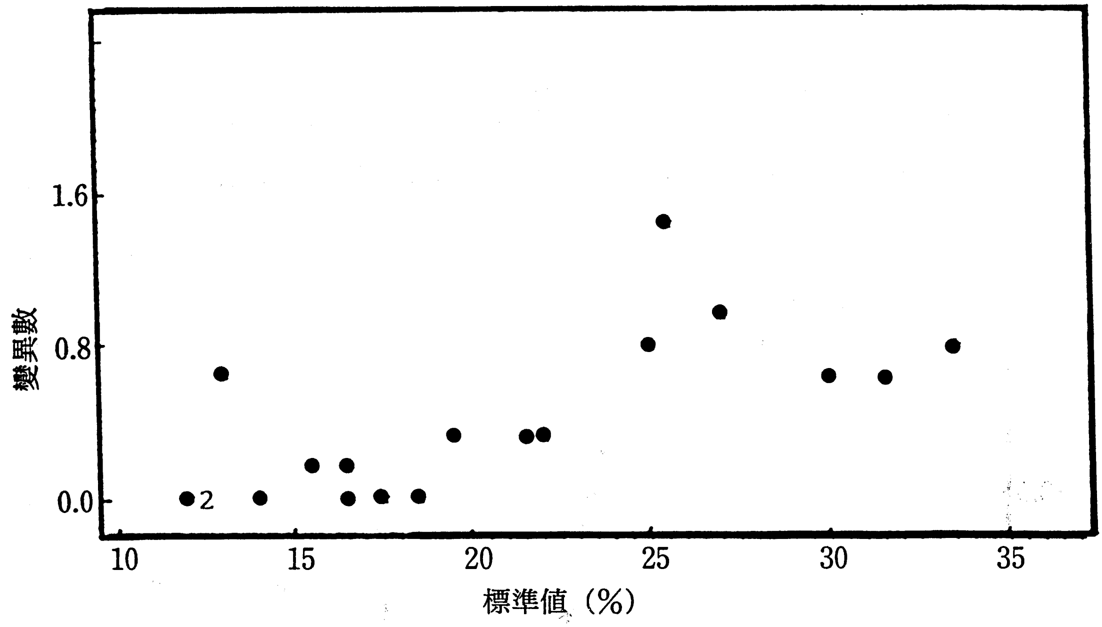


圖 3c. YA 水份計對臺稉8號之變異數（10～35%）
Fig. 3c. Variance versus oven moisture of Taikeng No. 8 for YA meter（10～35%）

YM 水份計量測 Er 值爲0.79。校正曲線以迴歸分析爲直線方程式：

$$Y=-0.394+0.996\times X_3，R^2=0.987，SE=0.81 \qquad (6)$$

比較 Er 與 SE 值，可知利用迴歸直線對性能之改良不大。

4. IZ 水份計

IZ 水份計之量測性能如圖4a所示，在大於含水率20%之量測範圍，量測性能之準確性嚴重偏離，由圖4b之量測誤差分佈可知，在含水率18%之內，誤差有固定分佈，在大於含水率18%，誤差偏離且現發散。圖4c之量測變異數分佈顯示大於含水率18%之量測範圍，此型水份計之精密性與準確性均不良。

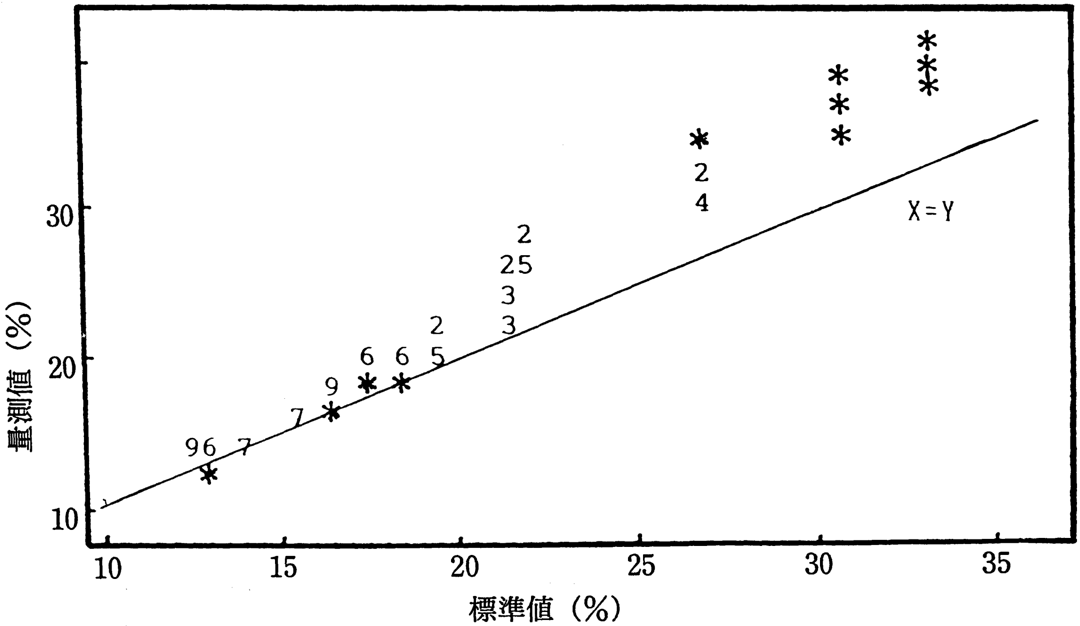


圖 4a. IZ 水份計對臺稉8號之量測性能（10~35%）

Fig. 4a. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for IZ meter (10~35%)

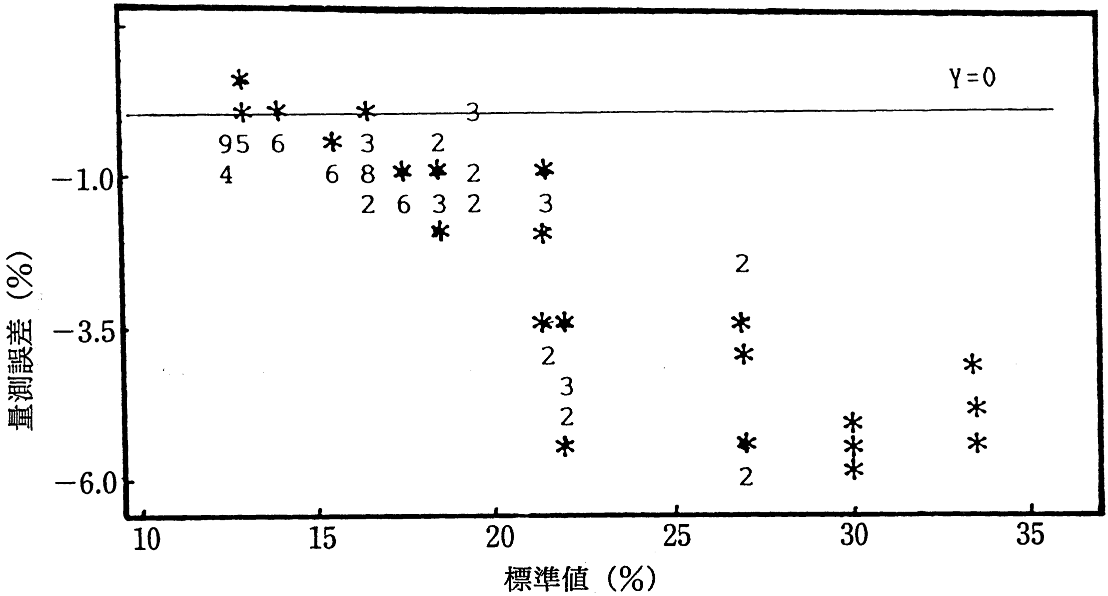


圖 4b. IZ 水份計對臺稉8號之量測誤差（10~35%）

Fig. 4b. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for IZ meter (10~35%)

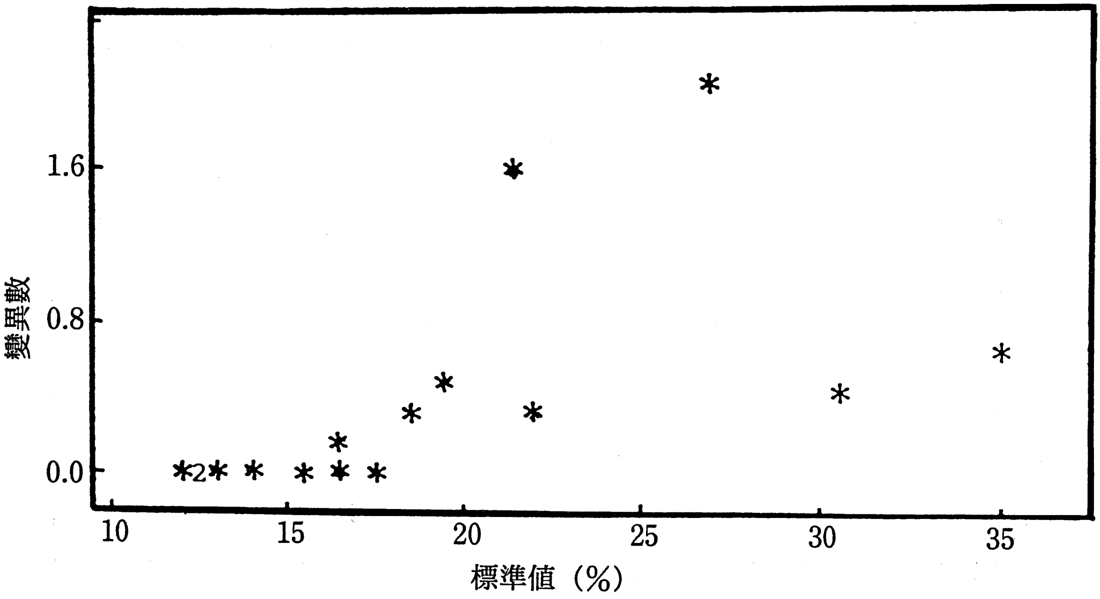


圖 4c. IZ 水份計對臺稉8號之變異數（10～35%）

Fig. 4c. Variance versus oven moisture of Taikeng No. 8 for IZ meter（10～35%）

Er 值高達1.53，其校正方程式爲：

$Y=3.08+0.758\times X_4$，$R^2=0.97$，SE=0.93。 (7)

可知利用校正方程式可改良量測性能，但其誤差值仍偏高（SE=0.93），改良能力有限。

由於高含水率之樣本其量測性能有偏離線性反應或偏高之標準差，因此若電子原理開發之水份計直接應用以稻穀含水率量測，其量測範圍建議維持於22%含水率之內。

㈡低含水率範圍之樣本（12%～22%）

所用品種爲臺稉8號。

1. CMW 型水份計

此型水份計於含水率12—22%範圍內之量測性能與誤差分佈如圖5a與5b。量測值對標準值之曲線分佈特性十分明顯，誤差之分佈亦爲顯著地曲線分佈。

此範圍內其 Er 值爲1.14，比較全含水率12—35%範圍之 Er 值爲1.65，可知在低含水率範圍之準確性已改善。

最佳迴歸校正方程式爲：

$Y=14.5+2.89\times X_1-5.518\times 10^{-2}\times X_1^2$ (8)

$R^2=0.956$，SE=0.68

由 SE 值（0.65）與 Er 值（1.14），可知此應用範圍內利用校正曲線則可改良量測特性。

2. Kett 型水份計

由圖6可知此型水份計之誤差分佈在含水率15—18%範圍內最接近 Y=0之直線，顯示此範圍之量測準確性最佳。統計量 Er 值爲0.481，利用迴歸技術所得校正公式爲：

$Y=-0.205+1.002\times X_2$，$R^2=0.96$，SE=0.62 (9)

SE 值（0.48）與 Er 值（0.62），可知校正公式對性能並未改善。

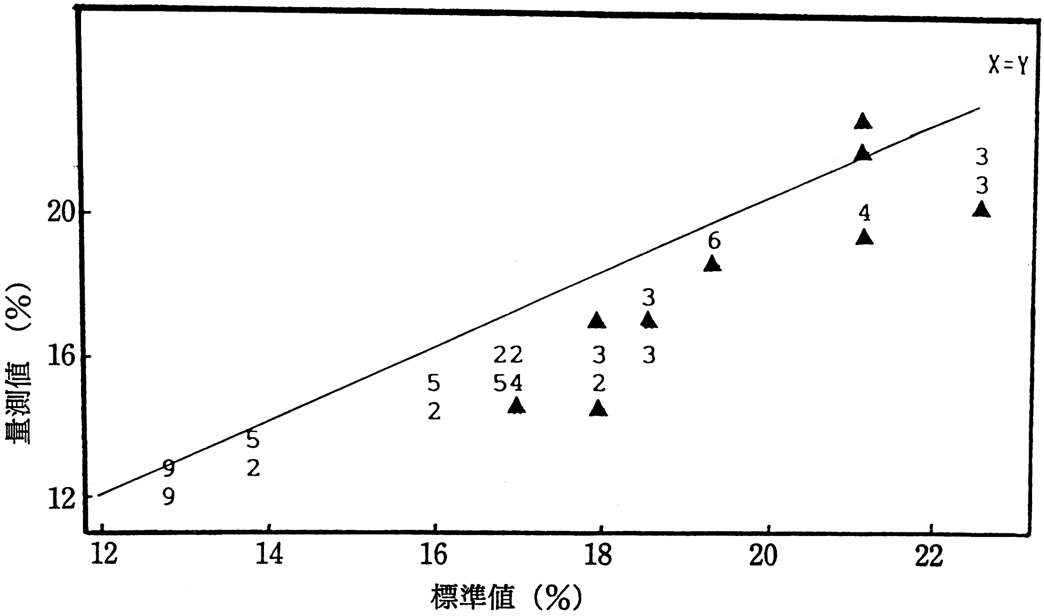


圖 5a. CMW 水份計對臺稉8號之量測性能 (10～24%)
Fig. 5a. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter (10～24%)

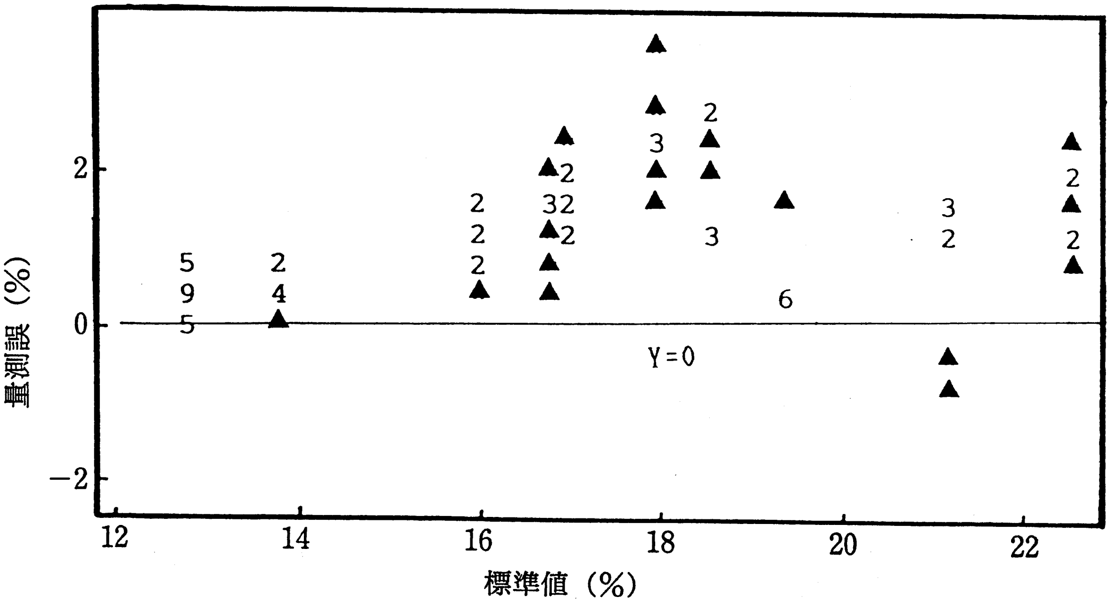


圖 5b. CMW 水份計對臺稉8號之測誤差 (10～24%)
Fig. 5b. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter (10～24%)

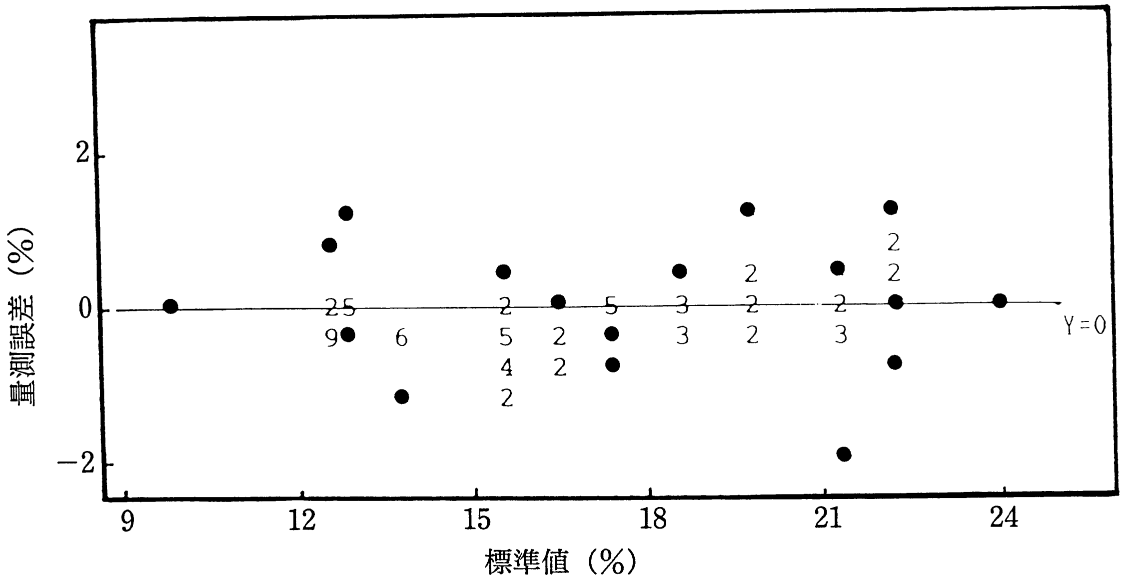


圖 6. Kett 水份計對臺稉8號之量測誤差 (10～24%)
Fig. 6. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for Kett meter (10～24%)

3. YM 型水份計

此型份計量測誤差如圖7，在含水率13～18%之量測範圍其誤差分佈最爲穩定。在含水率爲12～22%之範圍，Er 值爲0.66，校正方程式爲直線方程式，對量測性能改良不大。

$$Y=-0.772+1.02\times X_3，R^2=0.97，SE=0.58 \qquad (10)$$

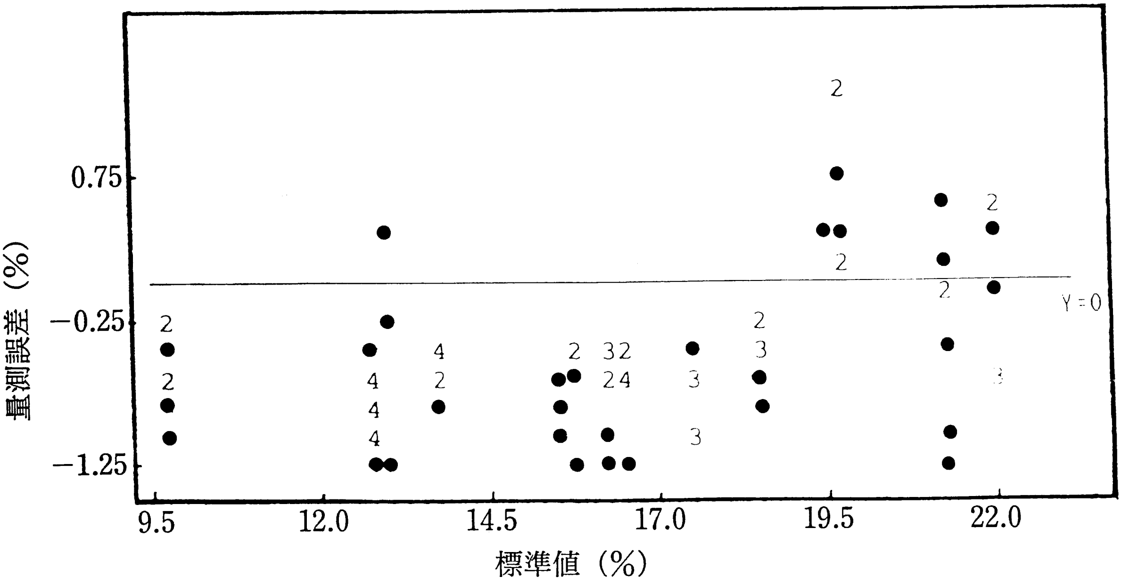


圖 7. YA 水份計對臺稉8號之量測誤差 (10～24%)
Fig. 7. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for YA meter (10～24%)

4. IZ 型水份計

此型水份計在含水率12～22%量測範圍內其誤差分佈如圖8，誤差隨含水率之增加而分散狀態，Er 值爲0.95，校正方程式爲：

$$Y=1.267+0.871\times X4，R^2=0.978，SE=0.44 \quad (11)$$

SE 值顯著低於 Er 值，顯示可介由校正方程式改良性能。

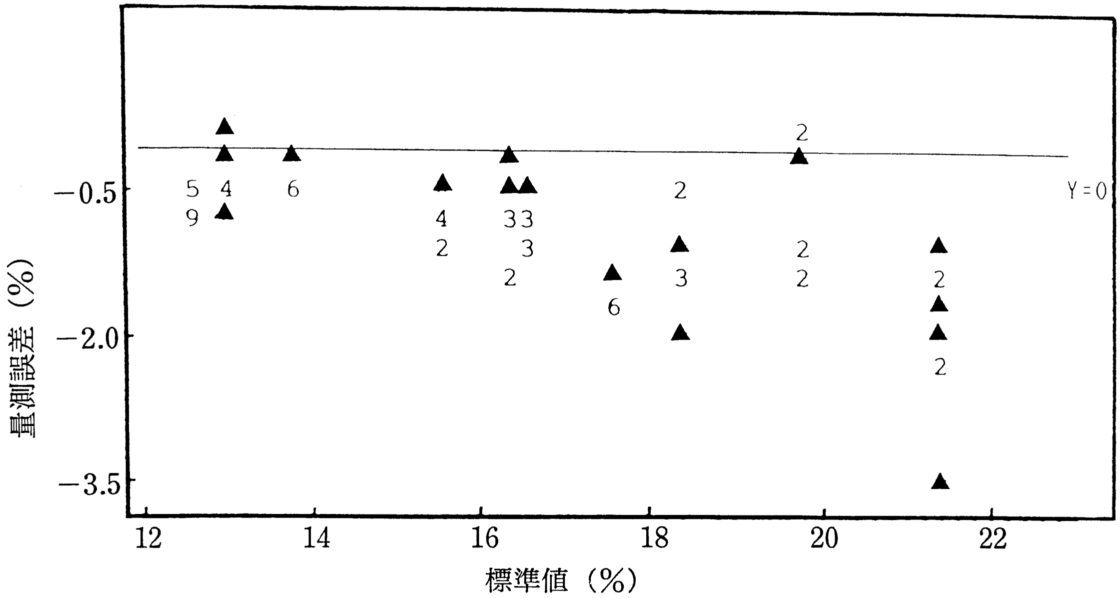


圖 8. IZ 水份計對臺稉8號之量測誤差（10～24%）

Fig. 8. Error values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for IZ meter (10～24%)

稻穀含水率範圍對四型水份計量測性能之影響如表1，由 SE值與 Er 值比較，可知電阻原理開發而成之水份計，其適用範圍不得高於22%。對高水含率之樣本量測而言，四型電阻式水份計皆無有良好之量測性能，利用校正公式之改善能力亦不良。

表 1. 稻穀含水率範圍對四型水份計量測性能之影響

Table 1. The effect of the moisture range of rough rice on the performance of four types resistance meter

Resistance meter	Whole range (12—35%)			Lower range (12—22%)		
	Er	R^2	SE	Er	R^2	SE
CMW type	1.65	.967	1.6	1.65	.967	1.6
Kett type	0.65	.976	0.84	0.48	.961	0.62
YM type	0.79	.987	0.81	0.66	.970	0.58
IZ type	1.53	.970	0.93	0.95	.978	0.44

以公式8～11，所描繪之校正曲線，比較四型水份計之量測性能，如圖9所示。國產兩種水份計 CMW 型爲曲線，其他三型水份計以 Kett 型之量測性能與 X=Y直線最接近，YM 型水份計之量測

值則略低於標準值，兩者（Kett 與 YM）皆為固定誤差，IZ 型水份計其量測在含水率12～15%範圍時接近標準值，而隨量測樣本含水率之增加，誤差亦為之增加，以校正曲線之比對，各型水份計之量測特性十分顯見。

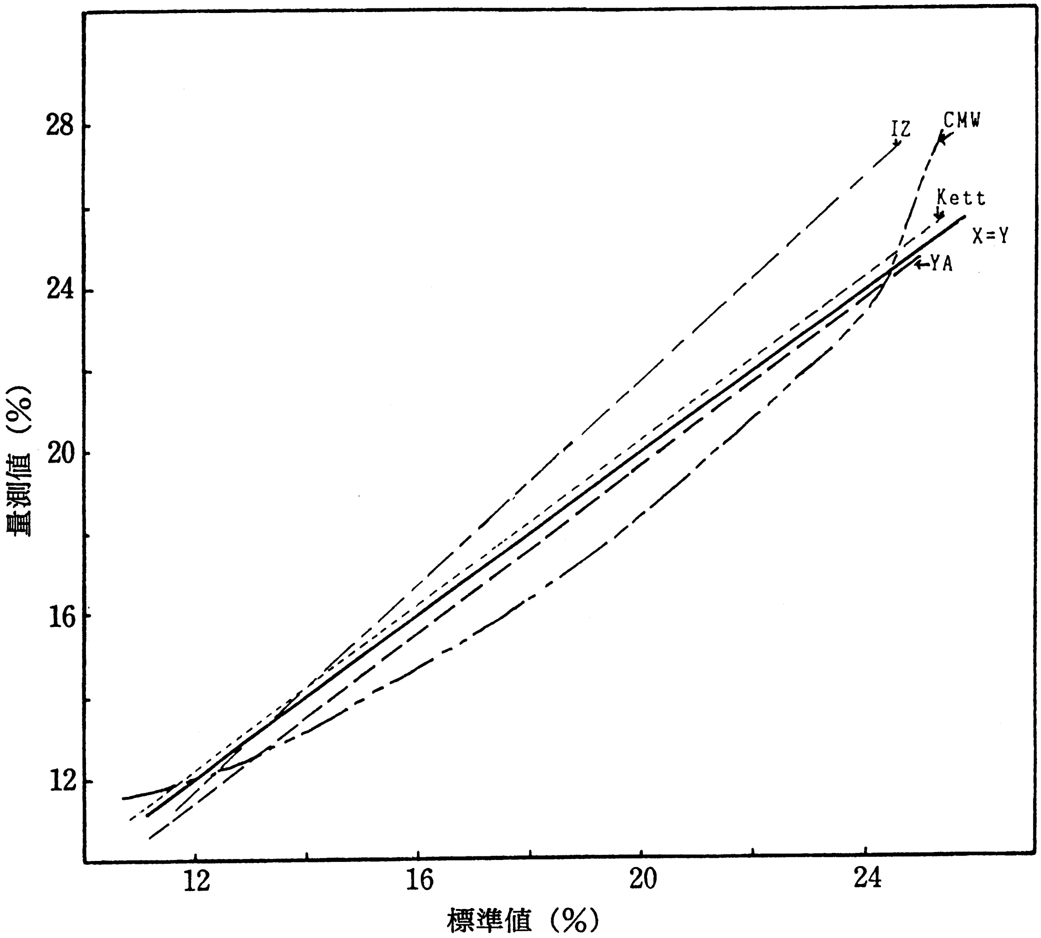


圖 9. 四型水份計對臺稉8號之量測性能比較

Fig. 9. The comparision for the meter values versus oven moisture of Taikeng No.8

二、品種對量測性能之影響

四種稻穀品種：臺稉8號、2號、5號與高雄142號對水份計量測性能之影響討論如下：為避免將數組不同品種量測曲線描繪於同一圖形，而因大量數據之描繪、重疊造成比較之困難。此研究中將各品種於不同水份計之量測曲線進行迴歸分析，求出最佳校正公式，再以四品種之方程式曲線加以比較。

(一)CMW 水份計

CMW 水份計對四種品種之量測性能如圖10所示。在相同標準含水率之下，臺稉2號之量測值最高，臺稉8號最低。以含水率14%而言，臺稉5號、8號與高雄142之量測數值差異性約在0.5%以內，臺稉2號之量測值比臺稉8號高約1.1%。在含水率18%之作業狀況下，四品種之高低誤差值約為1.5%，包括臺稉2號之三品種，差異性為0.8以內。隨含水率增加，品種之差異性愈大。

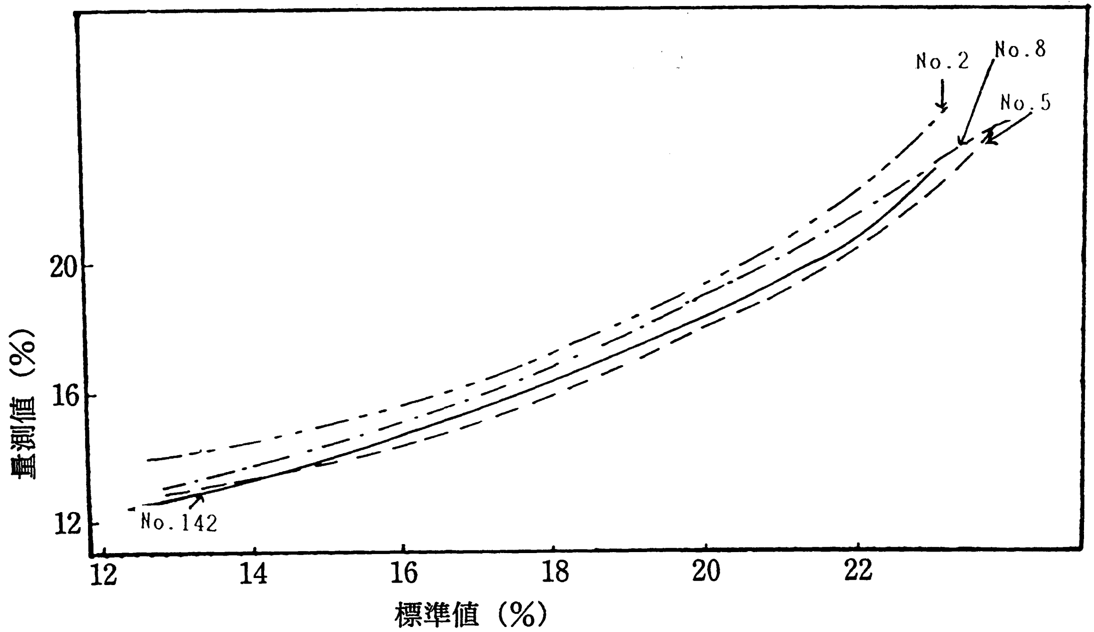


圖 10. CMW 水份計對四種品種之量測性能

Fig. 10. Meter values versus oven moisture of four varieties for CMW meter (10～35%)

㈡Kett 型水份計

此型水份計對四品種之量測性能如圖11所示。臺粳5號與8號的量測性能校爲接近。在14%含水率作業臺粳2號品種之量測值高於8號之量測值約1%，在18%之含水率，品種引起之差異性則約有1.3%。

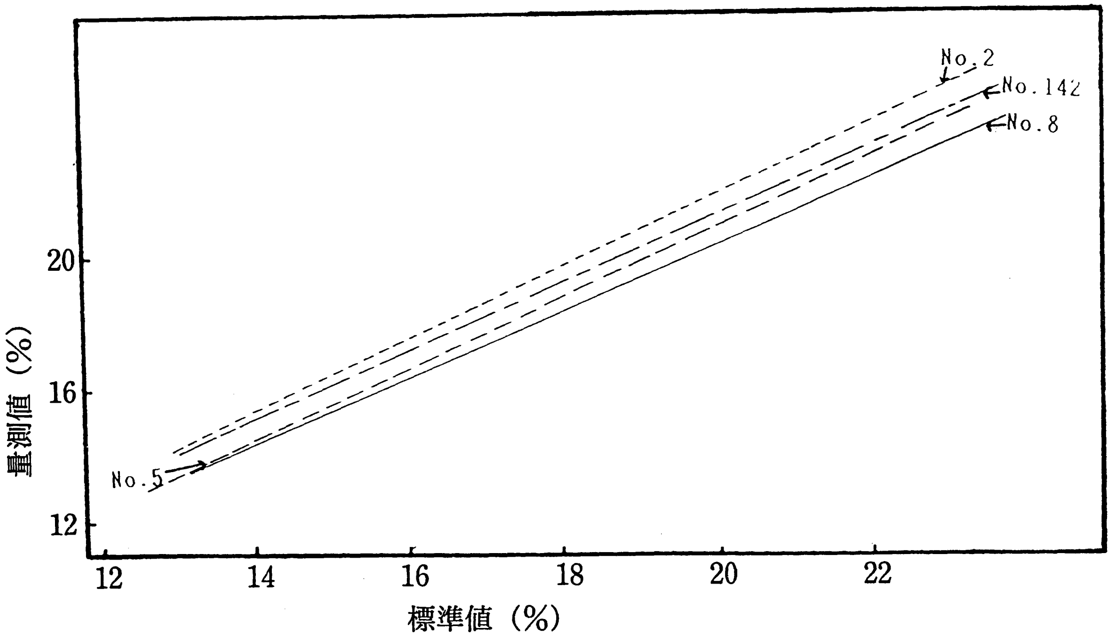


圖 11. Kett 水份計對四種品種之量測性能

Fig. 11. Meter values versus oven moisture of four varieties for Kett meter (10～35%)

㈢YA 型水份計

四品種的量測性能如圖12。相同含水率之下，臺稉8號之量測值最小，高雄142號之量測值最高，對14%之含水率樣本，四品種之差異性介於0.7%之範圍，在18%含水率之時，差異值之範圍亦近乎0.7%。臺稉2號、5號與高雄142號三品種之量測差異性都低於0.5%，四品種之影響性不大為此型水份計之特點。

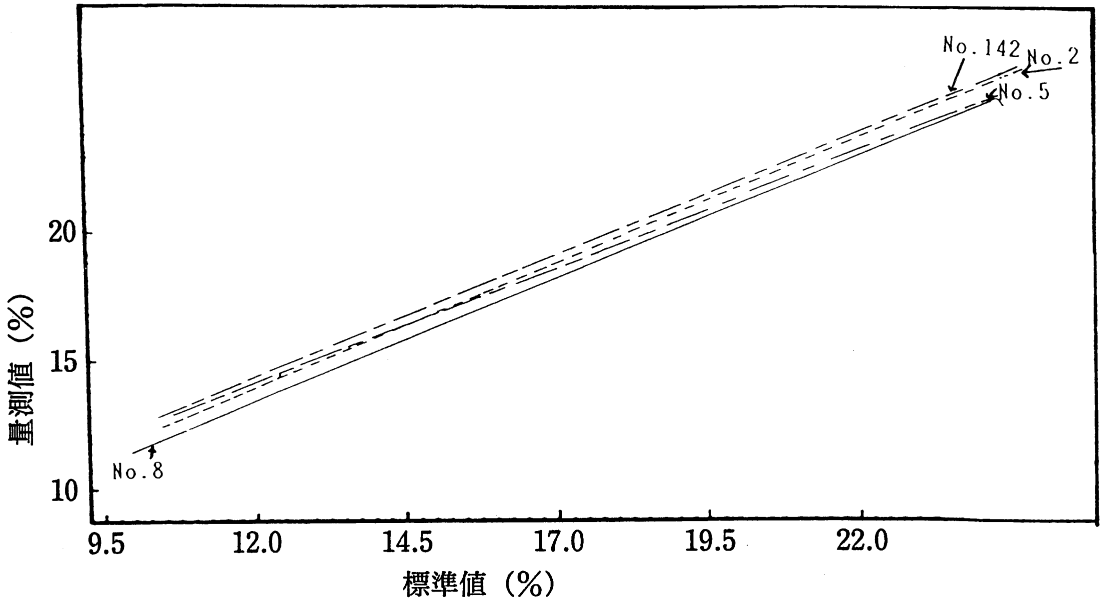


圖 12. YA 水份計對四種品種之量測性能

Fig. 12. Meter values versus oven moisture of four varieties for YA meter (10~35%)

㈣IZ 型水份計

四種品種以 IZ 型水份計之量測性能如圖13所示。臺稉2號與5號之量測性能較接近。在14%之含水率，四品種之量測差異約為1.0%，18%含水率之樣本，差異性則為1.6%。隨含水率之增加，品種的影響性更為顯著。

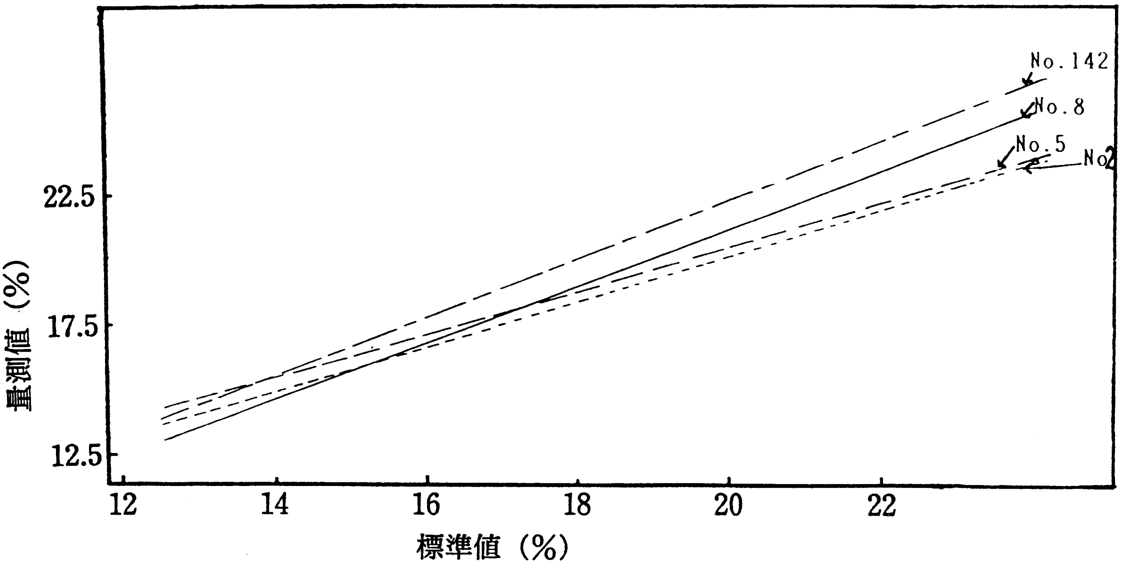


圖 13. IZ 水份計對四種品種之量測性能

Fig. 13. Meter values versus oven moisture of four varieties for IZ meter (10～35%)

由上述四型電阻型水份計對不同品種之量測性能可知，YA型水份計受不同品種之影響性最不顯著。CMW 型與 IZ 水份計則因品種影響，量測性能約有1.0%以上之誤差性。

三、機型與收穫年代之影響：CMW 型水份計

以同廠牌，來自相同工廠而不同機具量測臺稉8號所得的量測曲線如圖14所示。在低水份範圍（13～18%），兩具水份計之量測差異性爲0.5%之內，但在高含水率範圍差異性極大。同一機具量測不同收穫年代（1993年爲貯存1年之稻穀）量測曲線差異十分顯著（圖15）。在含水率12～18%範圍，有2.5%之差異值，不同收穫年代對量測性能之影響是來自稻穀成份之不同或因爲貯存時間引起穀物電阻物性之改變，此方面之原因需要更深入之探討。

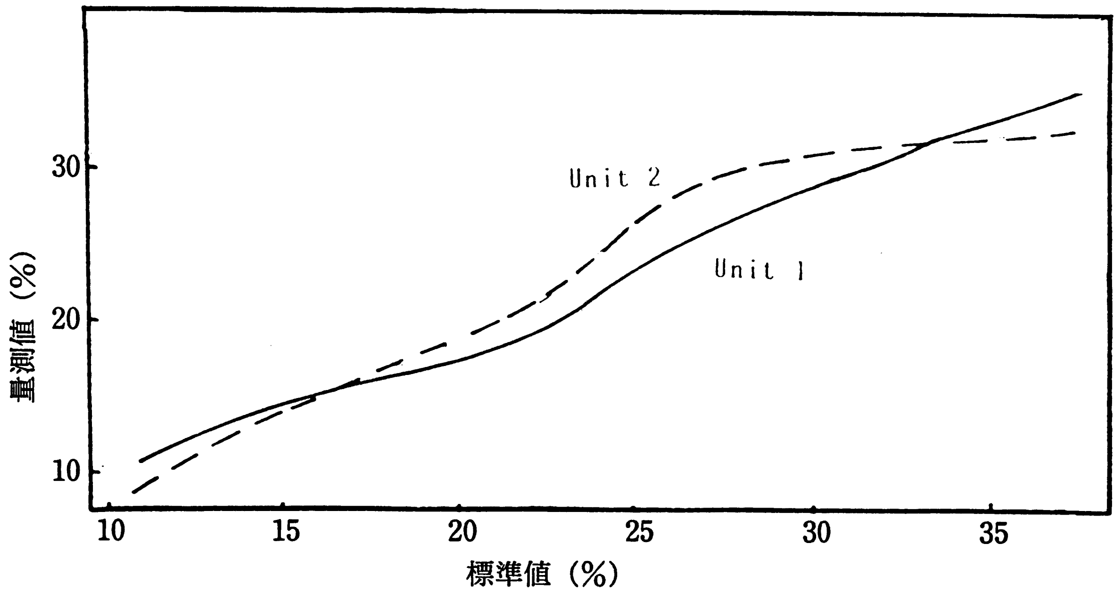


圖 14. CMW 於同型不同機具對臺稉8號之量測性能

Fig. 14. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter with different units

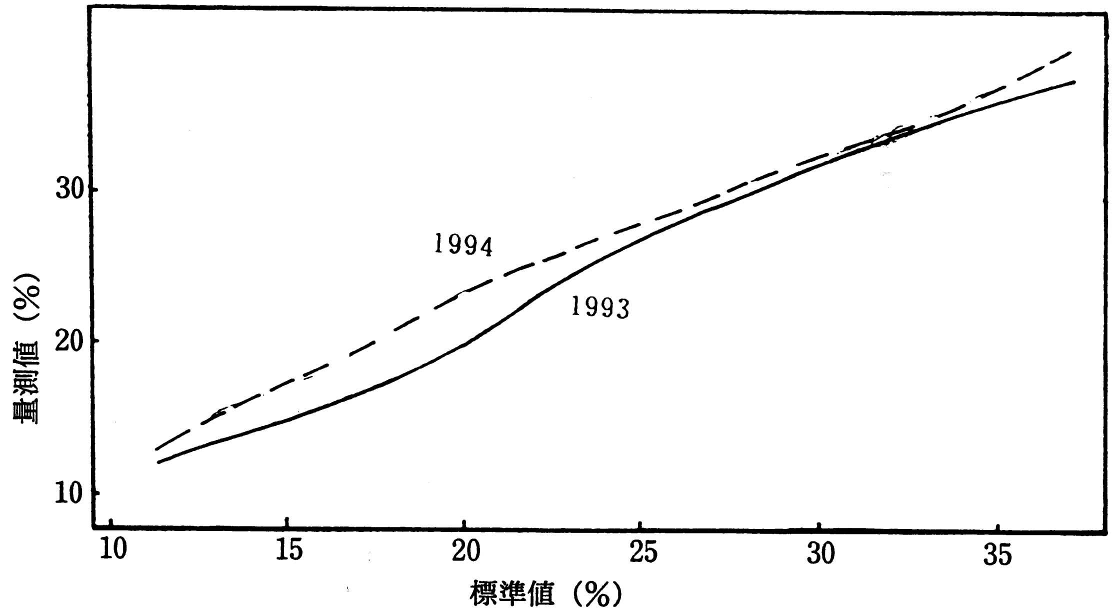


圖 15. CMW 於不同收穫年代對臺稉8號之量測性能

Fig. 15. Meter values versus oven moisture of Taikeng No. 8 for CMW meter with different harvest years

利用紅外線法量測時，因爲其應用原理係利用紅外線產生之熱量，急速乾燥穀物內部水份，以量測前後之樣本重量計算含水率，與穀物內部成份之電子物性無關，因此收穫年代與不同品種對量測性能影響爲不顯著。

結 論

綜合上述研究結果，所得結論如下：

一、電阻原理開發而成之水份計，其由量測誤差與變異數可知其適用範圍不得高於22%。利用迴歸分析建立校正方程式以改善量測性能方式對 Kett 型與 YM 型水份計之效果不明顯，但可改良 CMW 型與 IZ 型水份之量測性能。

二、四種品種對於水份計之量測性能影響能力不同，YA 型水份計之影響最小，CMW 與 IZ 型水份計因品種差異約有1.0%之量測誤異。

三、同廠牌之不同機具其量測性能對 CMW 型水份計而言，在13～18%範圍內差異值約0.5%之內。

四、不同收穫年代之稻穀，因貯存時間相異對 CMW 型水份計之量測性能都有影響。CMW 型引起之差異性可高達2.5%，此影響原因需要深入探討。

引用文獻

1. 陳加忠、曹之祖。1990。烏龍茶葉吸濕曲線及其品質維持之應用研究。中華農業研究 34：239—257。
2. 陳加忠、曹之祖、陳麗娥。1991。稻穀水份計性能之測定與應用限制。中華農業研究 40：445—458。
3. 陳加忠、曹之祖。1993a。電子相對濕度計應用於穀物含水率之測定技術。農業工程學報 39(3)：97—102。
4. 陳加忠、曹之祖。1993b。電子式穀物水份計之性能研究。中華農業研究 42：430—445。
5. 陳加忠、雷鵬魁、曹之祖、陳志昇。1993c。循環式乾燥機線上型電阻式水份計之開發試驗。農業機械學刊 2(3)：39—44。
6. 加藤宏郎。1990。農產物の水份測定法と水分計。出自岩尾俊男編農產物性研究（第3集），日本農業機械化學會。
7. 笠原正行。1989。籾の性狀ガ水分檢知裝置の測定精度に及ぼす影響。農業機械學會誌 51(6)：55—62。
8. Bern, C. J. and C. R. Hurburgh. 1981. Performance of some on-farm moisture meters in corn. ASAE Paper No. 81—3025，ASAE, St. Joseph, MI.
9. Gervinka, V., T. Michel, A. D. Kenworthy, D. G. Sherman, M. L. Miller and C. N. Aldous. 1975. Calibration systems for grain moisture meters. ASAE Paper No. 75—5013, ASAE, St. Joseph, MI.
10. Geabe, D. F. 1989. Measurement of seed moisture. P. 69—92. In Seed Moisture. CSSA Special Publication No. 14. Crop Science Society of American, Madison WI. USA.
11. Hanna, M. A. and N. Sharma. 1988. Oven drying for soybean moisture determination. Transcations of ASAE 31(6)：1851—1854.
12. Hemeda, M. A., C. R. Hurburgh, Jr. and C. J. Bern. 1982. Effects of variety, mechanical damage and drying temperature on electronic moisture meters. ASAE Paper No. 82—3545, ASAE, St. Joseph, MI.
13. Huggins, L. F. 1983. Analysis and interpretation. In: Instrumention and measurement for environmental science, Mitchell, B. W.（eds.）, Chap. 15, ASAE, St. Joseph. MI.
14. Hunt, W. H. and S. W. Pixton. 1974. Moisure, its significance, behavior, and measurement. P. 1—39. In C. M. Christensen（ed.）Storage of cereal grains and their products. 2nd ed AACC, St. Paul MN.
15. Hurburgh, Jr, C. R., T. E. Hazen and C. J. Bern. 1985. Corn moisture measurement accuracy. Transcations of ASAE 28(2)：634—640.
16. Hurburgh, C. R. Jr., L. N. Paynter, S. G. Schmit and C. J. Bern. 1986. Performance of farm-type

moisture meters. Transcations of the ASAE 29 : 1118—1123.

17. Multon. J. L. 1979. International standardized methods and moisture meters for determining moistrue content in cereal grains. Cereal Foods World 24 : 548—558.

18. Myers, R. H. 1986. Classical and modern regression with application. PWS and Kent Publ. Boston USA.

19. Noomhorm, A. and L. R. Verma. 1982. A comparison of microwave, air oven and moisture meters with standand method for rough rice moisture determination. Transcation of ASAE25(6) : 1464—1470.

20. Pausen, M. R., L. D. Hill and B. L. Dixon. 1983. Moisture meter-to-oven comparisons for Illinois corn. Transcation of the ASAE 26 : 576—583.

21. Rawlings, J. O. 1988. Applied regression analysis: A research tool. Wadsworth & Brooks, Pacific Grave, Califonia.

22. Wilhelm, L. R., Perrin and D. J. Barbar. 1988.Evaluation of methods for moisture content determination in snap beans. Transcation of ASAE 31(3) : 956—961.

23. Young, J. H. 1991. Moisture. P. 7 : 1—9. In Z. A. Henry et. al (ed.) Instrumentation and Measurement for Environmental Sciences 3rd. ed. ASAE, St. Joseph MI.

Performance of the Resistance Moisture Meters for Rough Rice[1]

Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao[2]

Summary

The four types of resistance moisture meters most commonly used in Taiwan were used to measure the moisture contents of four different varieties of rough rice and compared the results determinated by the air-oven method. The statisics of measured errors and variances are adopted as the criteria to determine the proper measuring ranges of these meters. The best regression equation obtained from the relationship between measured values and standard values by air-oven method was selected to improve the performance of resistance moisture methers. The results of this study indicated that the performance of resistive-type meters could only be valid at the moisture content bellow 22%. The quantitative effect of grain vareities, units and different harvested years had been established.

Key words : Oven, Moisture content, Rough rice, Resistance moistrue meters.

---

1. Contribution No. 1802 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Associate Researcher and Specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：335～343（1995）

果樹樹型整修機械田間試驗及改良[1]

陸龍虎　梁連勝　鄧永興[2]

摘要：配合亞熱帶果樹如荔枝等之密植栽培，利用機械修剪以矮化果樹，便於採收與管理之構想，設計截頂角錐型整修機。整修機經數度田間試驗與改良後，目前已研製完成；其機長316公分（作業時250公分），寬120公分（作業時405公分），高201公分，動力源爲16HP/2,200rpm 柴油引擎，行走部爲四輪驅動、四輪轉向，行駛速度1.0～15公里／小時，最小轉彎半徑 2 公尺，車身最低離地距離13公分。側整枝刀組及三層水平整枝刀組均裝於同一機架上，並以同一樞軸爲迴轉驅動中心；機體左右兩側各有整枝機構一組，分別以一支油壓缸控制剪切刀之展開與收縮，操作簡便。剪切刀爲往復式三角鋸齒刃，齒刃距50公厘，往復切割每分鐘300次左右，作業時行駛速度低於0.3m/s 爲宜。果樹栽培行距小於3.3公尺者，每一行程可同時進行兩側修剪作業。栽培行距超過3.3公尺以上者，則以採用單側修剪作業之效果較理想。本機經田間實際作業與調查顯示，荔枝經機械修剪後平均樹高爲180公分，生長至採收時平均樹高則爲235公分，除可獲得矮化樹型之預期目標外，若能配合相關之栽培管理技術，修整作業則不影響荔枝之生長、開花與結果。

關鍵詞：果樹、樹型、整修機械。

荔枝、龍眼、芒果及棗子等爲本省主要亞熱帶果樹，栽培面積達47,000多公頃，其分佈因稻田轉作而由緩坡逐漸向平地延伸，深具發展潛力；唯其栽培方式，泰半仍沿用傳統粗放之栽培方式，自然形成圓弧、冠狀、高大的樹型，造成通風不良、易滋生病蟲害、管理不便及截光（日照）不良、影響產品品質、產量與採收不便等缺點；並導致修剪、採收、病蟲害防治之成本偏高[6]。因此將荔枝、龍眼等可強剪處理之果樹，以機械取代人工作業（人工修剪每公頃須120—200工時），進行修剪使樹型矮化之管理作業，將爲未來必然之趨勢。有鑑於此，勢需研發果樹整修機械，進行機械化之栽培管理，以紓解農村勞力缺乏、老化及工資高漲等問題。

材料與方法

一、供試材料：果樹樹型整修試驗機、水稻聯合收穫機用之割刀（刃）、油壓組件、五金零件、鐵材、玉荷包荔枝（密植行株距：3m×3m）。

二、試驗地點：本所工廠及鳳山分所、大寮、二林等地之玉荷包荔枝園。

三、試驗處理方法及設計：

針對果樹樹型整修試驗機予以通盤探討與試驗改良，計包含引擎馬力、行走速度與刀具修剪速度之配合、確立整枝機構之動力傳動系統、整枝機構之簡化及其他相關組件等，以建立更紮實、完整的實用技術。並重複進行田間試驗與相關之機械性能測試及機械修剪後荔枝生長、開花、結果之調查。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1803 號。
2. 本所農業工程系助理、研究員兼系主任、鳳山分所副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

結　果

本機經數度田間試驗與改良後如圖 1 所示，整枝修剪機構在存放狀態下，全機規格長316公分，高201公分，寬120公分，田間作業時（整枝機構展開時）長250公分，高201公分，寬405公分，如圖 2 所示；包括動力部、變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器、整枝機構及其機構之動力傳動系統和伸縮控制裝置與其相關配備。

一、本機主體機構

以永三源牌 YSY-301型自走式噴霧車原有之變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器爲本機之主機體。其規格型式如下：

1. 動力部：使用振裕牌 CY160（R）-16Hp/2,200rpm，四行程水冷式柴油引擎（手搖及電動啓動兩用）。
2. 行走部：四輪驅動，前、後輪規格爲21×9－10，前後輪之輪距／軸距（cm）爲98／106，變速方式爲手排檔式，前進六檔、後退二檔，行走速度1.0～15公里／小時，最小轉彎半徑約2.0m，底盤最低離地距離13公分。
3. 轉向裝置：圓形方向盤（四輪轉向）。
4. 制動裝置：脚刹車；四輪（油壓）內張式。手刹車爲機械式。
5. 主離合器：乾式單片離合器。

二、整枝機構及相關配備

1. 側整枝與三層水平整枝機架：

將原整枝雛型機[4,5]前後、左右兩側之側整枝及三層水平整枝機架共四組機架簡化爲機體左右兩側各壹組，即將側整枝刀座及三層（間隔60公分）水平整枝刀座均焊製於同一機架（50×50 mm 方型管）上，並以同一樞軸迴轉驅動，機體左右兩側各壹組，並各以一支油壓缸控制伸縮，如圖 3 所示，與原整枝雛型機[4,5]比較，機構經簡化後操作更爲簡便。

圖 1.　果樹樹型整修機（整枝機構後縮時）
Fig. 1. The Orchard Pruning Machine with contracted knives (Front View)

圖 2. 果樹樹型整修機（整枝機構展開時）
Fig. 2. The Orchard Pruning Machine with extended knives (Front View)

圖 3. 側整枝與三層水平整枝機構之位置
Fig. 3. Side View of the Pruning Mechine

2.刀 具：

剪切刀爲往復式，尺寸、形狀沿用水稻聯合收穫機用之50mm 標準割刃[7]（三角鋸齒刃），齒刃有效高50mm，齒刃距50mm。三層水平整枝切刀組之上層剪切刀離地高185公分，其長度由85公分修改爲105公分由承刀21片，切刀20片組成，中層切刀組離地高130公分，其長度由65公分修改爲50公分由承刀10片，切刀 9 片組成，下層刀組離地高70公分，其長度由85公分修改爲55公分由承刀11片，切刀10片組成，並裝有剪切刀安全護套（蓋）。

3.剪切刀驅動裝置：

剪切刀驅動裝置採用（偏心式）曲柄連桿搖臂傳動裝置，曲柄軸動力來自整枝機構之動力傳動系統。活動刃[3]（剪切刀）每分鐘往復切割約300次左右，切刀之行程爲50公厘。

4.整枝機構之展開、收縮控制裝置：

將原來四組（前、後、左、右）側整枝及三層水平整枝機構之伸縮控制裝置簡化爲左、右各一組，並以 FUR NAN（福南）牌 HVP-FAI-L5R 定量輪葉式邦浦，最高使用壓力70kgf/cm，每轉排油量約4.25cc，容許轉速900～1,800rpm，本機使用1,254rpm（引擎轉速2,200時）。配合四口三位彈簧回位之手動方向控制閥（二組），利用 YU SHUN 牌 CA ϕ50×200油壓缸（桿徑20mm）左、右各 1 支構成控制系統，及容量10公升油箱壹只。

5.整枝機構之動力傳動系統：

整枝機構之動力採機械式傳動，動力（16HP/2,200rpm）由引擎軸上之三吋 B 型雙槽皮帶輪，藉由 B 型三角皮帶（長32吋）將動力傳至減速齒輪箱（減速比 1 ：3.9）入力軸上之六吋 B 型雙槽皮帶輪上，並由減速齒輪箱之左右兩出力軸上的傘形齒輪組（31齒驅動22齒）驅動從動傘形齒輪軸上方之曲柄盤，距盤心25mm 處裝接連桿，再經由搖臂軸（35mm）、搖臂與連桿推動刀具，形成往復運動。

三、田間作業試驗

整修機經數度改良後，前往鳳山分所、高雄縣大寮及彰化縣二林等地之玉荷包荔枝果園進行田間整枝修剪作業試驗，作業時行走速度0.3m/s 以下，剪切刀之動力採傳統機械式，每分鐘往復切割300次左右，最大可修剪枝條直徑爲28mm。果樹栽培行距小於3.3公尺者，每一行程可兩側同時進行修剪作業如圖 4 （行距 3 m）所示，經田間實際測試，其工作能力約 5 小時／公頃（含枕地轉彎時間42分／公頃）。栽培行距超過3.3公尺以上者，則採單側作業方式進行如圖 5 （行距3.65m）所示，其工作能力約 8 小時／公頃（含枕地轉彎時間66分／公頃）。於每年六月底，荔枝樹經以本機修剪後平均樹高爲180公分如圖 6 所示，至採收時之平均樹高爲235公分如圖 9 所示 ，可獲得矮化樹型之預期目標。

四、機械修剪後果樹之生育調查與田間管理

利用本機進行玉荷包荔枝之樹型整修作業，係於每年六月底完成田間修剪工作，荔枝經機械修剪 7 天後開始萌芽（第一次梢），第二次梢於八月中抽出、第三次梢於九月底發生，每次梢之間隔約40至45天，於第三次梢成熟後可達理想之樹冠。十月底（第三次梢成熟後）進行部分環刻處理（全園平均選取 5 %之植株使用環刻刀環刻寬度0.3至0.4公分）以抑制營養生長，十一月中進行生長素處理（1,500倍益收）以抑制晚梢，十一月底進行全部植株之環刻處理（授粉樹之植株除外）。二月一日至七日授粉樹萌芽（花芽形成），二月中旬開始抽穗至三月全部陸續抽穗，三月中旬小花開放，四月中旬開始結果，未環刻或益收處理之植株（或條梢）則繼續營養生長並隔年開花。機械修剪可充分矮化樹型，有助光線之截取，配合相關之栽培管理技術無礙荔枝之生長、開花及結果。其生長情形如圖 7 所示，開花及結果分別如圖 8 及 9 所示。

圖 4.　四年生荔枝進行雙側修剪之情況（行距 3 m）

Fig. 4. The Machine is used to prune two sides of four-year-old Litchi Trees.

圖 5.　八年生荔枝進行單側修剪之情況（行距3.65m）

Fig. 5. One side of eight-year-old Litchi Trees is being pruned by the Machine.

圖 6. 八年生荔枝經機械修剪後樹高之情況
Fig. 6. The Sight of eight-year-old Litchi Trees after being pruned.

圖 7. 荔枝經機械修剪後七個月之生長情況
Fig. 7. Growing status of Litchi Trees 7 months after pruned.

圖 8. 荔枝經機械修剪後九個月之開花情況
Fig. 8. Blooming status of Litchi Trees 9 months after pruned.

圖 9. 荔枝經機械修剪後354天之結果情況
Fig. 9. Fruiting status of Litchi Trees 354 days after pruned.

討　論

爲配合荔枝等可強剪處理之亞熱帶果樹密植矮化栽培，利用機械修剪矮化果樹，以便於採收與管理之構想，所研發之截頂角錐型整修機，經數度田間試驗與改良後，其機械性能已符合要求並獲正面成果。本機採用四輪驅動、四輪轉向，行走速度1.0公里／小時～15公里／小時，轉彎半徑約 2 公尺，機長316公分、高201公分、寬120公分（作業時405公分）；相較於國外之高架式整修機械之研究[8]，具有機體小、田間枕地轉彎靈活、方便之優點。經田間實際作業顯示，在果樹枝條直徑28mm 以下者均可進行作業，充分發揮本機之功能。本機搭載13～16HP 馬力之引擎，刀具爲水稻聯合收穫機用之三角鋸齒刃[2,7]每分鐘往復切割300次左右，作業時行駛速度以低於0.3m/s 爲宜。整枝機構之動力傳動系統採用傳統機械式動力機構，與油壓驅動式[5,8]比較，可因應田間實際作業時突發之高負荷需求。

本機之整枝機構經簡化後更趨簡便並可於作業時以樞軸爲中心，進行作業位置之必要迴轉調整。配合田間行距之變化，果樹栽培行距小於3.3公尺者，可採兩側同時修剪之作業，栽培行距超過3.3公尺以上者，爲顧慮作業精度以採單側作業進行修剪較理想，因此可提供更具彈性之作業空間。每公頃機械修剪五～八工時以內可完成，人工修剪則每公頃需120～200工時，經矮化後之樹型可減少噴藥工時及施藥量，並大幅降低收穫費用，有效紓解農村勞力缺乏及工資高漲等問題。對以 3 公尺× 3 公尺或3.65公尺× 3 公尺行株距密植栽培之玉荷包荔枝進行矮化與修剪作業，除可獲得矮化樹型之預期目標（樹高經年維持在180～235cm 間）外，配合相關之栽培管理技術無礙荔枝之生長、開花及結果，對荔枝之栽培與管理作業提供正面之效益。又荔枝是經濟果樹中生產成本較低者，每公頃約16萬元；而且果實早熟，多在颱風季節前收穫，少有風險[1]，若能調節產期，改進儲運拓展外銷，並配合機械矮化、栽培管理技術，降低生產成本，預期可將因加入關貿總協對荔枝產業所產生之衝擊降至最低。一、二十年生之老果園，可視情況以人工逐年先行去頂（主幹）並預留側枝予以疏剪，俟樹高達175～180公分，再行試用本機進行機械修剪管理可達矮化之目標。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會補助（84科技-2.7-糧-22(4)）得以完成，謹此致謝。

引用文獻

1. 黃弼臣。1980。園藝作物果樹篇。臺灣農家要覽（上册）。695頁。豐年社。臺北。
2. 黃清旺。1987。履帶式青飼收穫機之研究。農業工程學報33(2)：71。
3. 彭添松、陳勝生。1981。水稻聯合收穫機收割機構之改良研究。農業工程學報27(1)：27。
4. 陸龍虎、梁連勝等。1992。果樹樹型整修機械之研究。中華農業研究41：425—434。
5. 陸龍虎、梁連勝等。1992。果樹樹型整修機械之試驗改良。中華農業研究42：411—418。
6. 鄧永興。1990。玉荷包荔枝之栽培管理。臺灣省農業試驗所技術服務1(3)：25。
7. 江崎春雄。1970。バインダとコンバイン。148頁。農業圖書株式會社。東京。
8. Pictiaw Chen, J.J.Mehlschau, Guangxin Huang, Yoav Sarig, 1988. An Over-The-Row Machine for High-Density Dwarf-Tree Orchards. the American Society of Agricultural Engineers 4(2)：111—117.

Experiment and Improvement of the Pruning Machine for Fruit Orchard[1]

Long-Hu Lu, Lien-Sheng Liang[2] and Yong-Hsing Teng[3]

Summary

The objective of this study is to develop a machine that is suitable to dwarf subtropical fruit trees by pruning the top and the sides of the tree as a top flatted cone for easily handling. The machine has been manufactured, tested and improved. The dimensions of the machine are 316cm in length, 120cm in width and 201cm in height. It changed to 250 cmx405cmx201cm when cutters are extended out for pruning operation. The power is supplied by a diesel engine rated 16Hp at 2,200rpm. This machine has four-wheel drive and four-wheel steering chassis. The minimum steering radius is 2.0 meters. The travelling speed of the machine is between 1.0 and 15Km/hr and the clearance between the machine and the ground is 13 cm. The vertically oriented side cutter and horizontally oriented 3-step pruning cutters on either side were seated on a square pipe frame which controlled by a hydraulic cylinder that might be rocked horizontally on its axis. The two sets of such elements form the pruning mechanism. The mechanical type reciprocating cutter knife has a pitch of 50 mm with an optimum working frequency of 300 cycles/min. The best performance travelling speed is under 0.3 m/sec. When row distance of litchi trees is less than 3.3 meters, the cutters can reach both sides of the adjacent tree and trim them .If the row distance is over 3.3 meters, the machine can be used to prune only one side of the tree in one operation. The field study indicated that the averaged height of the litchi trees after pruning is 180cm, as they grew up to the time of harvesting, the averaged height is 235cm. This pruning machine can meet the demand of dwarfing litchi trees without affecting their growth,blooming and fruiting.

Key Words : Fruit tree, Pruning machine, Tree shape.

1. Contribution No. 1803 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant, Head and senior Engineer, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Horticulturist, Department of Tropical Horticulture, Fengshan Hor. Experiment Station, Fengshan, Kaohsung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：344～356（1995）

臺灣常見之有害薊馬種類鑑定[1]

王清玲[2]　Laurence A. Mound[3]

摘要：以圖形之檢索分辨台灣水稻、蔬菜、果樹、花卉等農作物上常見爲害之薊馬20種，包括錐尾亞目薊馬17種，管尾亞目薊馬 3 種。

關鍵詞：檢索、有害薊馬、台灣。

有數種薊馬在農作物上經常發生，而且環境適宜時密度可能會很高，被認爲是重要害蟲。田間發現薊馬後，需要在發生初期即判別其屬於何種，如果是具有危險性的種類，應立即採取適當的防治對策，以避免其密度上升後造成損害。薊馬個體微小，有的種類彼此間外形相近，田間立即的種類鑑定常有困難。

臺灣已記錄之錐尾亞目薊馬與管尾亞目薊馬各有將近一百種[1,3]，隨著持續的採集與對分類學的研究，新種類仍不斷增加中，欲辨識各種薊馬須要經過長期的鑽研，耗費時間。大部分薊馬並不爲害作物，在農作物上需要防治的薊馬種類有限，全世界之重要經濟性薊馬只有約五十種[2,5]，且其中有些種類並不在臺灣發生。本文爲因應一般田間防治時薊馬鑑定之需要，遂將鑑定範圍限定於臺灣田間作物上常見之經濟性薊馬。呂與邱曾以顯微照片與文字敍述介紹農作物薊馬13種及其檢索[4]，有鑑於近年重要薊馬種類有增加之趨勢，本報告將所含之薊馬種類增加至20種，包括錐尾亞目薊馬17種，管尾亞目 3 種，寄主植物擴及於水稻、蔬菜、花卉、果樹、茶樹。

薊馬無法以肉眼判別種類，鑑定時必須將蟲體製作成玻片標本於顯微鏡下觀察，以身體主要特徵之圖形代替文字敍述，直接與顯微鏡下所見之薊馬特徵相對照，對於非專業之觀察者較爲簡易實用。故針對重要薊馬而製作此一檢索圖，專供田間偵測鑑定之用。

標本製作

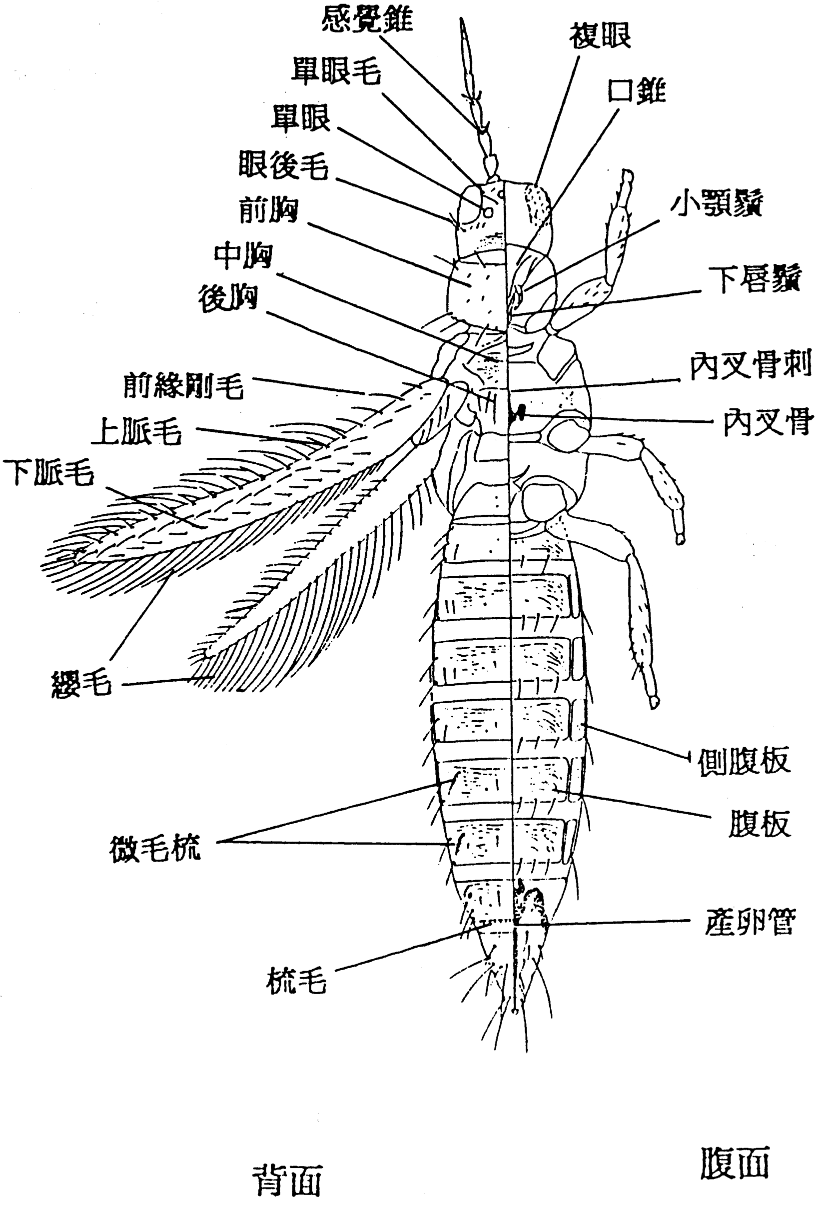
於製作標本時將薊馬先以酒精脫水，自70％酒精開始漸至80％、95％、99％酒精，每一濃度約20分鐘，在脫水的過程中，利用等待的時間以微針在其身體的各環節間以及翅基、足基、腹節等處輕輕按壓及刺孔，將身體各部位環節充分鬆開，如此使脫水效果徹底，且在封埋時足、翅、腹部各節均能伸展良好。脫水完全後置於丁香油中浸泡約20分鐘，準備製玻片標本。田間採到的薊馬如暫時不欲處理，可保存於裝有 AGA 液的小瓶中。

體色深黑的薊馬於脫水前先以 5 ％NaOH浸泡脫色，室溫下 1 日或40°C溫水中十餘分鐘，實際所需時間要視薊馬種類及體色深黑程度而定，可以一邊浸泡一邊觀察效果而決定是否需要再繼續浸泡。

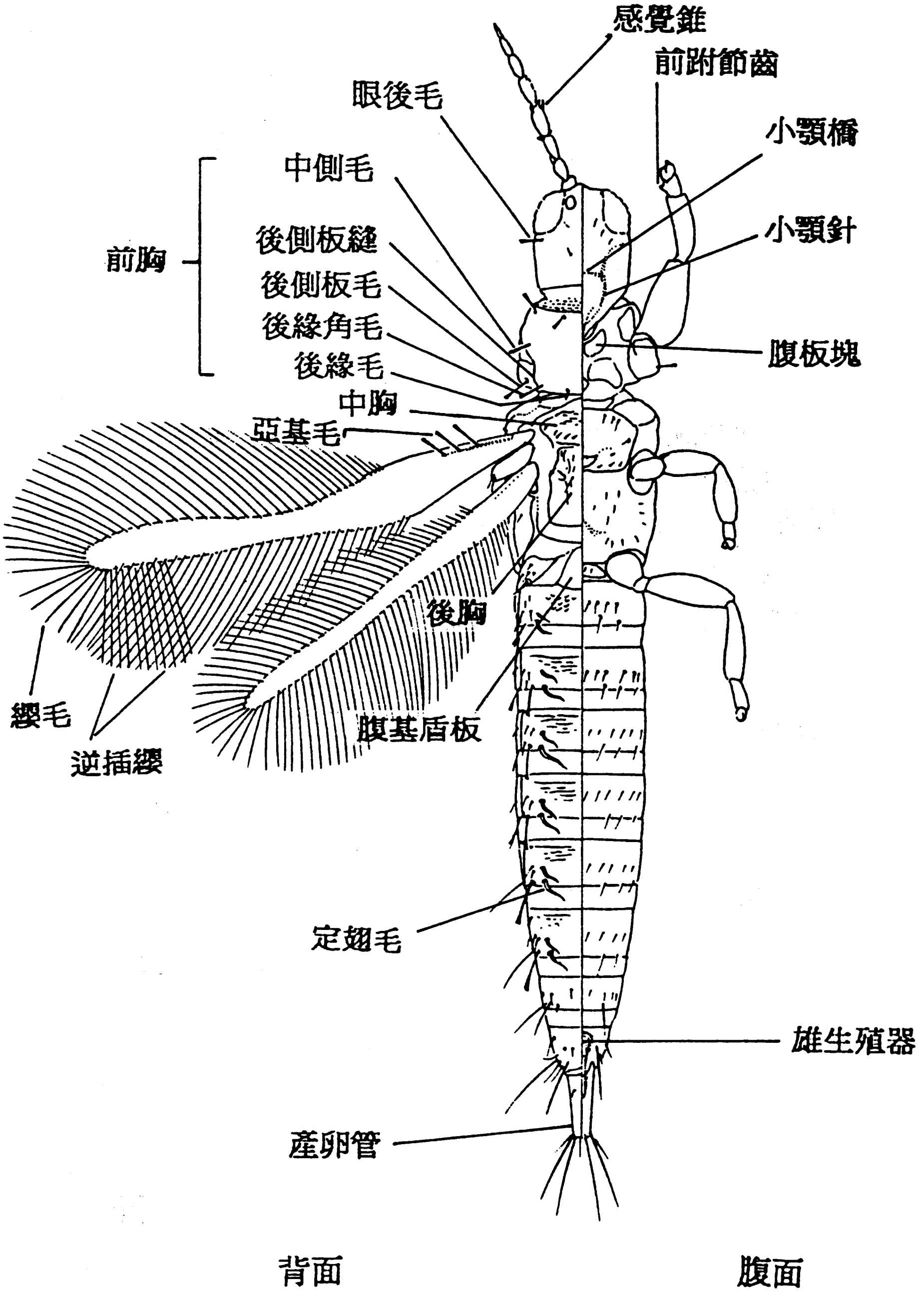
玻片標本以加拿大膠封埋完畢後，置於40～45°C之溫箱中二週以上，至玻片完全乾燥後，存放於標本盒中。臨時性保有的標本，可以 Hoyer′s solution 封埋，不需經過層層脫水的處理，經 2 ～ 3 日烘乾使其身體略透明後即可予以觀察。此種標本在數年後即會起泡敗壞，無法長期保存，但能供臨時鑑定之用，方便迅速。

---

1. 台灣省農業試驗所　研究報告第 1804 號。
2. 本所應用動物系副研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 英國倫敦自然科學博物館昆蟲系。



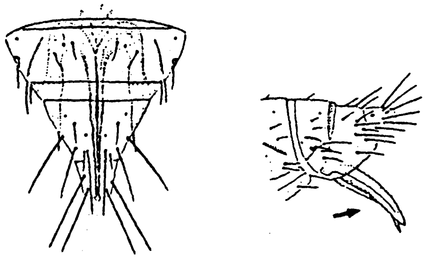
錐尾亞目薊馬形態特徵圖



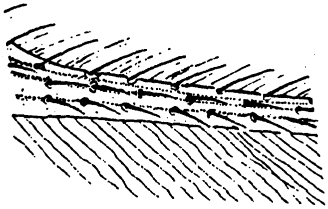
管尾亞目薊馬形態特徵圖

1

腹部末端圓錐狀，雌蟲有外露之產卵管

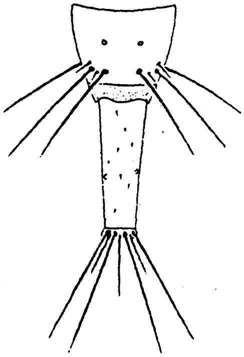


前翅有微毛及翅脈

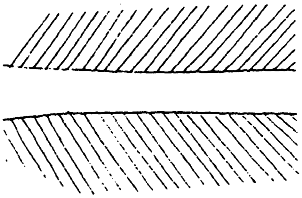


錐尾亞目 → 2

腹部末端圓筒狀，雌蟲無外露之產卵管



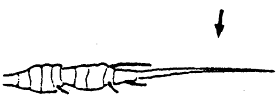
前翅無微毛及翅脈



管尾亞目 → 18

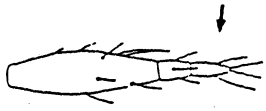
2

觸角8節，第8節細而長，長度爲寬度的5倍以上



→ 3

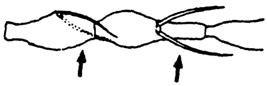
觸角只有7節，或觸角8節但第8節粗而短，長度不及寬度的3倍



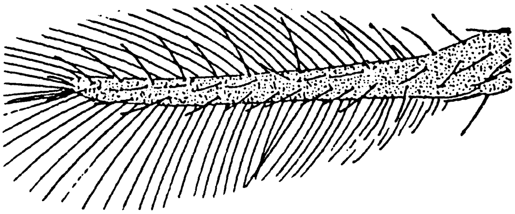
→ 5

3

觸角第3、4節之感覺錐爲叉狀

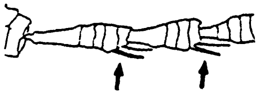


前翅顏色均勻而黑，有2排脈毛，前緣剛毛與緣毛均甚長

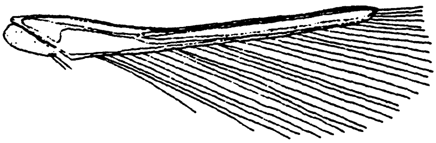


赤帶薊馬 *Selenothrips rubrocinctus* (Giard)

觸角第3、4節之感覺錐爲單一支



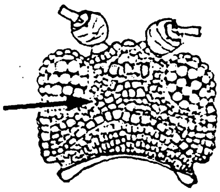
前翅顏色淡黃或透明，無明顯脈毛，前緣無剛毛與緣毛



→ 4

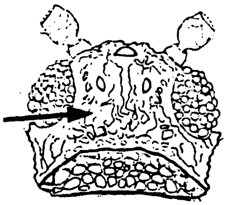
4

頭部背方生有多角型之網紋



變葉木薊馬 *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche)

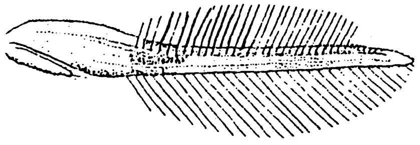
頭部背方生有不規則之刻線，不成多角型網紋



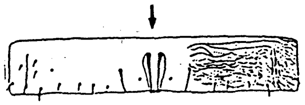
腹鉤薊馬 *Rhipiphorothrips cruntatus* Hood

5

前翅前緣毛自邊緣之內方生出，翅上脈毛極爲短小，幾乎不易見到

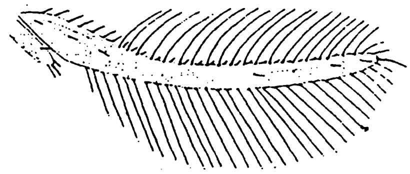


腹部第4、5背板中對毛之長度大於其間之距離

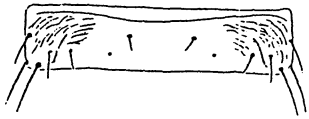


茶樹薊馬 *Dendrothrips minowaii* Priesner

前翅前緣毛自邊緣生出，翅脈毛短但明顯，少數爲短翅型



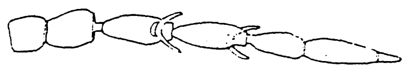
腹部第4、5背板中對毛短小，長度短於中對毛間之距離



→ 6

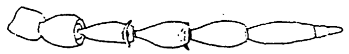
6

觸角7節



→ 7

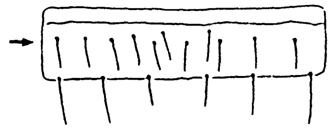
觸角8節



→ 11

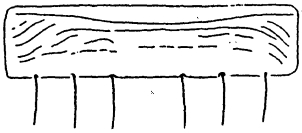
7

腹部第4-6腹板除後緣剛毛外，尚有附毛數支



→ 8

腹部第4-6腹板有後緣剛毛，但無附毛

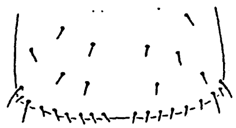


→ 9

8

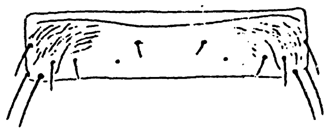
腹部第4-6背板後緣具有齒狀突出物

前胸後緣剛毛8-9對

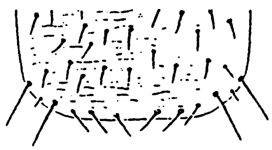


菊花薊馬 *Microcephalothrips abdominalis* (D. L. Crawford)

腹部第4-6背板後緣無齒狀突出物



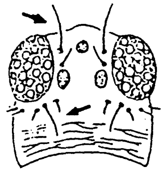
前胸後緣剛毛5-6對



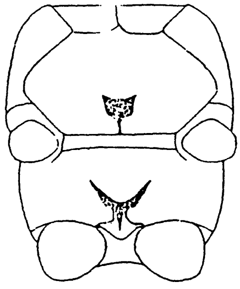
花薊馬 *Thrips hawaiiensis* (Morgan)

9

前翅均勻之灰色，頭部剛毛不等長，單眼前毛與1對眼後毛較長

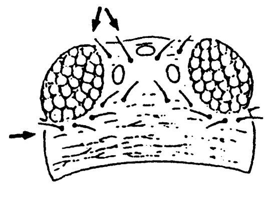


中、後胸叉狀骨中央均無骨刺

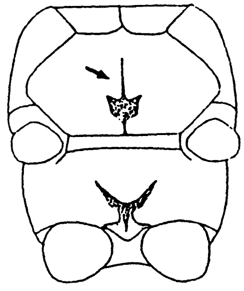


稻薊馬 *Stechaetothrips biformis* (Bagnall)

前翅淡色透明，頭部單眼前毛、單眼間毛與眼後毛約等長



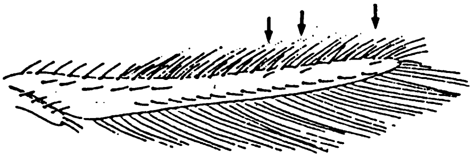
中胸或後胸叉狀骨中央有骨刺



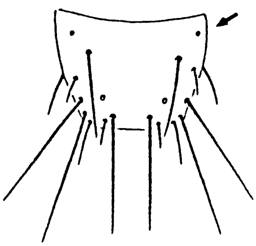
→ 10

10

頭部複眼鮮紅色，前翅上脈末端具有3支剛毛

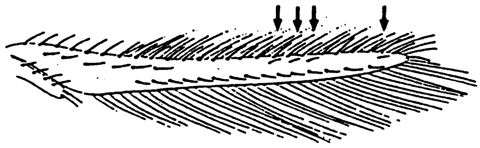


腹部第9背板前側方有1對感覺孔

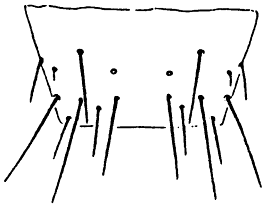


南黃薊馬 *Thrips palmi* Karny

頭部複眼灰黑色，前翅上脈末端具有4支剛毛



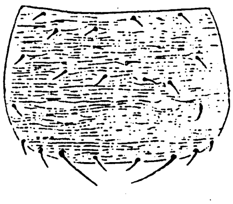
腹部第9背板前側方無感覺孔



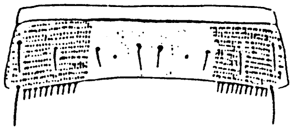
蔥薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman

11

前胸背板許多明顯細橫紋

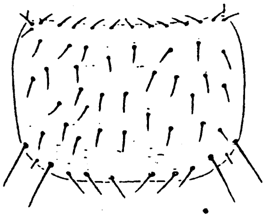


腹部背板側方有成排之微毛，前翅後緣纓毛直

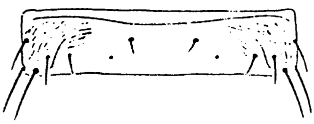


小黃薊馬 *Scirtothrips dorsalis* Hood

前胸背板橫紋稀少



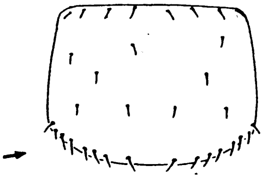
腹部背板側方無成排之微毛，前翅後緣纓毛波狀



→ 12

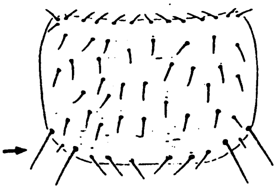
12

前胸後緣角無長毛



→ 13

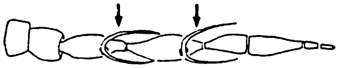
前胸後緣角有1至2對長剛毛



→ 14

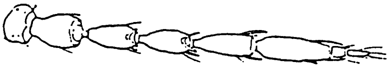
13

身體顏色全部褐色， 觸角第3、4節末端成爲長瓶頸狀



蘭花薊馬 *Dichromothrips corbetti* Priesner

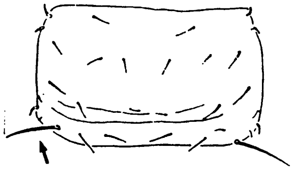
身體顏色明顯之雙色，腹部第3-5節黃色，第2、 6-10節黑褐色，觸角第3、4節末端不成瓶頸狀



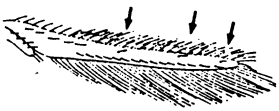
粟帶薊馬 *Anaphothrips sudanensis* Trybom

14

前胸背板後緣角1對長毛

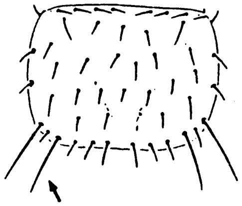


前翅上脈末端3支剛毛

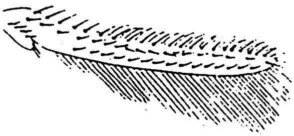


司密蘭花薊馬 *Dichromothrips smithi* (Zimmermann)

前胸背板後緣角2對長毛



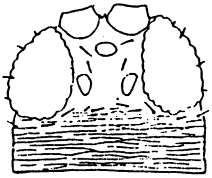
前翅上脈末端有3支以上之剛毛



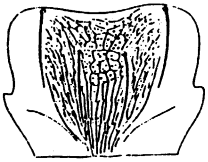
→ 15

15

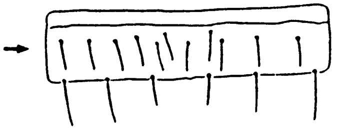
頭部前單眼之前無剛毛



後胸背板中央有多數明顯網紋，其內還有小紋，中對毛在背板中央

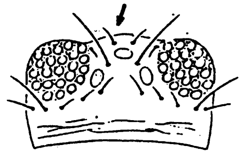


腹部腹板有附毛

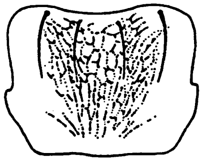


唐菖蒲薊馬 *Thrips simplex* (Morison)

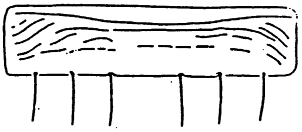
頭部前單眼之前1對剛毛



後胸背板有縱走之刻紋，最多約略成數個不規則網紋，中對毛在背板之稍前方



腹部腹板無附毛

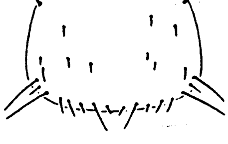


→ 16

16

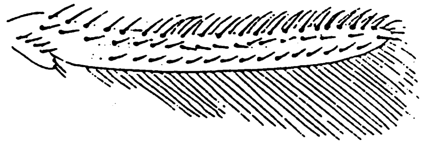
前翅灰黑色，亞端部有淡色透明帶上脈亞端部脈毛中斷

前胸背板前緣無長毛



豆花薊馬 *Megalurothrips usitatus* Bagnall

前翅淡色透明，或稍暗，但無色帶上下脈毛均勻完整

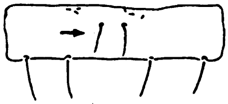


前胸背板前緣有2對長毛

→ 17

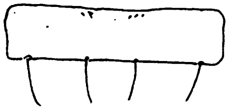
17

身體顏色極淡，腹部第2腹板有1對附毛



玉米薊馬 *Frankliniella williamsi* Hood

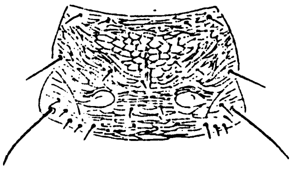
身體顏色黃色至褐色，至少腹部背板中央褐色，腹部第2腹板無附毛



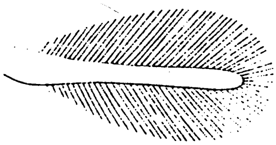
台灣花薊馬 *Frankliniella intonsa* (Trybom)

18

前胸背板刻紋複雜而明顯，後側板縫 (epimeral suture)不完全分裂，1對長的後側板剛毛，腹部無腹板塊



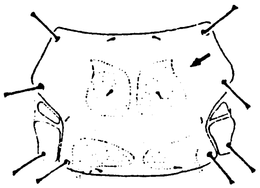
前翅兩側互相平行



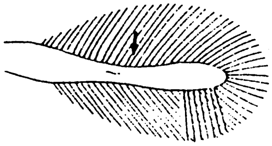
觸角第4節有3個感覺錐

榕樹薊馬 *Gynaikothrips ficorum* (Marchel)

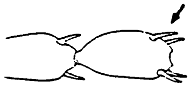
前胸背板中央無刻紋， 後側板縫分裂完全，有5對長的後側板剛毛，腹部有腹板塊



前翅兩側之中央向內窄縮



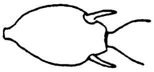
觸角第4節有4個感覺錐



→ 19

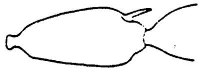
19

觸角第3節有2個感覺錐



瘤狀毛薊馬 *Haplothrips gowdeyi* Franklin

觸角第3節有1個感覺錐



中國薊馬 *Haplothrips chinensis* Priesner

誌　謝

本報告爲民國八十四年三月由農業試驗所與台灣大學聯合舉辦＜薊馬與蟎類鑑定技術研習會＞之講義，蒙行政院國家科學委員會經費贊助，謹此致謝。

引用文獻

1. 王清玲。1993。台灣錐尾亞目薊馬名錄。中華農業研究　42：309—326。

2. 王清玲。1994。薊馬。331—427頁。於：曾義雄　陳秋男　植物檢疫微小動物診斷。經濟部商檢局新竹分局。

3. 呂鳳鳴。1993。台灣薊馬種類及其寄主植物名錄。121頁。農委會。

4. 呂鳳鳴、邱輝宗。1993。台灣重要薊馬鑑別圖册。93頁。興農雜誌社。

5. Palmer, J. M., L. A. Mound, and G. J. du Heaume.1989. CIE guides to insects of importance to man 2. Thysanoptera. CAB International, London, UK. pp.73.

Pictorial Key to the Pest Species of Thrips in Taiwan[1]

Chin-Ling Wang[2] and Laurence A. Mound[3]

Summary

It is a pictorial key for the identification of 20 species of pest thrips on rice, vegetables, fruit trees, flowers and tea in Taiwan.

Key words : Key, Pest thrips, Taiwan.

1. Contribution No. 1804 from Taiwan Agricultrual Research Institute. This report was prepared for the < workshop of identification of thrips and mites> held in March 1994, financially supported by the National Science Council of ROC.
2. Associate Scientist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Scientist, The Natural History Museum, London, UK.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 44(3) : 357~378 (1995)

The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan
VI. Charmontinae, Homolobinae and Xiphozelinae[1]

Liang-Yih Chou[2] and Tung-Ching Hsu[3]

Abstract : One species of Charmontinae, 12 species of Homolobinae and 2 species of Xiphozelinae from Taiwan are recognized in this paper. Four species are described as new to science, seven species are new to the fauna of Taiwan, Keys to the Taiwanese species of the genus *Homolobus* Foerster are also Presented.

Key words : Charmontinae, Homolobinae, Xiphozelinae, Taxonomy, Taiwan.

INTRODUCTION

The subfamily Charmontinae contains 5 species worldwide. They are known as parasitoids of lepidopterous larvae with a hidden way of life(2). This subfamily is new to Taiwan. In this paper one new species is described from Taiwan.

The subfamily Homolobinae contains about 52 species worldwide, including 3 species in Taiwan. They are known as endoparasites of exposed lepidopterous larvae(2). Twelve species of this subfamily from Taiwan are recognized in this paper, of which 2 species are new to science.

The subfamily Xiphozelinae contains 5 species worldwide, including 1 species in Taiwan. They are known as endoparasites of exposed noctuid larvae(1,14).Two species of this subfamily from Taiwan are recognized in this paper, of which 1 species is new to science.

Van Achterberg(5) provided key to distinguish the subfamilies Charmontinae, Homolobinae and Xiphozelinae from the other subfamilies of Braconidae. The terminology used here mainly follow Huber and Sharkey(9), Wahl and Sharkey(15) and van Achterberg(3). Others are defined here. The letter OD is the greatest diameter of a posterior ocellus. The tentorial index is tentorio-ocular line over intertentorial line. The specimens used in this study are deposited in the Insect Collection of the Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

1. Contribution No. 1805 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Entomologist of the Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor of the Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei, ROC.

The specimens used in this study are collected by the following persons : B.H. Chen (BHC), C.C. Chen(CCC), C.C. Chien(CCCh), K.C. Chou(KCC),L.Y. Chou(LYC), S.P. Huang (SPH), K.S. Lin(KSL), S.C. Lin(SCL), T.Lin(TL), C.C. Pang(CCP), J. Sonan(JS), W.S. Tang(WST), C.H. Wang(CHW) and C.H. Yang(CHY).

The county and altitudes of the localities which occur in the text are as follows :

CHIAYI : Chiayi.

HUALIEN : Fuli, Hualien, Tayuling 2560m.

NANTOU : Kuandochi, Lienhuachih 650m, Lushan 1000m, Meifeng 2150m, Sungkang 2100 m, Sunmoonlake, Tsuifeng 2300m, Tungpu 1200m.

TAICHUNG : Anmashan 2275m, Chiapaotai 750m, Wanfeng, Wufeng, Wuling 1900m.

TAIPEI : Taipei.

TAITUNG : Tungho.

YUNLIN : Silo.

Subfamily CHARMONTINAE

The Charmontinae is characterized by the following combination of characters : occipital carina reduced mediodorsally, mandible not twisted apically, antescutal depression present, middle lobe of mesoscutum more or less truncate anteriorly and with a transverse protruding horizontal part, lateral carina of mesoscutum absent, vein r-m of fore wing absent, vein a′ of hind wing present, cell RI of hind wing narrowed apically, and first metasomal tergum sessile. The subfamily contain two genera, *Charmontia* van Achterberg and *Charmon* Haliday[2]. Only the genus *Charmon* occurs in Taiwan.

Genus *Charmon* Haliday

Charmon Haliday, 1833. Ent. Mag. 1 : 262. Type species : *Charmon cruentatus* Haliday, by monotypy. - van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 263.

Provancheria Ashmead, 1900. Proc. U.S. natn. Mus. 23 : 109. Type species : *Eubadizon gracilis* Provancher, by original designation.

Cyclocormus Cameron, 1911. Ann. Transv. Mus. 2 : 209. Type species : *Cyclocormus luteus* Cameron, by monotypy.

The genus *Charmon* is characterized by the following combination of characters : third segment of labial palp absent or short, much shorter than second segment of labial palp, apex of antenna with spine, vein 1/Rs of fore wing absent; tarsal claws convex ventrally. It contains 4 species in the world[2,13]. In this paper one new species is described from Taiwan.

Charmon taiwanensis sp. n.

(Figs. 1-9, 19, 31, 46)

Female : Head : 1.6-1.7 times as wide as long and 1.3-1.4 times wider than mesonotum. Eye 1.7-1.9 times as long as temple in lateral view. Temples rather roundly narrowed behind

eyes, rather densely punctulate. Frons rather densely punctulate laterally, glabrous medially. POL : OD : OOL= 1 : 1.8-2.0 : 2.8-3.6. Vertex rather sparsely punctulate. Face 0.58-0.72 times as high as wide and 1.0 times as wide as eye height and 0.50-0.55 times as wide as head, densely punctulate, with some rugulosity near toruli; clypeus rather convex, rather densely punctate. Tentorial index 0.59-0.68. Malar sulcus absent ; malar space 0.43-0.56 times basal width of mandible. Antenna 41-47-segmented; first flagellomere 1.1-1.2 times as long as second; length of first, second and penultimate flagellomeres 5.5-6.7, 4.6-5.5 and 1.8-2.3 times their width, respectively.

Mesosoma : 1.6-1.7 times as long as high. Pronotal side largely glabrous, except for some crenulae medioanteriorly and posteriorly. Notauli completely impressed, crenulate; middle lobe of mesoscutum densely punctulate, lateral lobes almost glabrous; scutellum rather densely punctulate. Precoxal sulcus absent. Metanotum with one medial carina; metapleuron rather sparsely punctulate. Propodeum rather densely punctulate, rugulose medially.

Wings : Fore wing : stigma 2.8-3.7 times as long as wide; basal posterior section of stigma 1.5-1.6 times apical posterior section of stigma; r-rs : 3+4/Rs : 2/Rs= 1 : 4.9-5.7 : 1.2-1.5; 1/Cu : 2/Cu=0.10-0.19 : 1. Hind wing : r-m : 1/M=1.0-1.1 : 1; 1/M : Cu&cu-a = 0.67-0.80 : 1.

Hind leg : Coxa punctulate; length of femur, tibia and basitarsus 5.4-6.5, 10.0-13.0 and 8.9-10.9 times their width, respectively; tibial spurs subequal, 0.31-0.34 times as long as basitarsus.

Metasoma : First tergum 1.3-1.8 times as long as wide apically, costate; second tergum smooth to more or less longitudinal rugulose anteriorly. Ovipositor sheath 1.0-1.3 times as long as fore wing.

Color : Blackish brown to black; clypeus dark brown to black, mandible brownish yellow to dark brown, palpi yellow to brownish yellow, tegula yellow to browh, at least posterior of mesoscutum, scutellum, most of mesopleuron, and mesosternum faintly brownish yellow to brown, pronotum, propleuron, anterior of mesoscutum, and metapleuron brownish yellow to black. Antenna dark brown to blackish brown; scape and pedicel more or less lighter. Wings hyaline; stigma pale yellow to faintly brownish yellow, border slightly infuscated; veins brownish yellow to dark brown. Legs yellow to reddish brown; hind tibia at least dark brown apically, hind tarsus at least telotarsus dark brown. Ovipositor sheath dark brown.

Length : Body 3.9-6.5 mm, antenna 6.0-9.1 mm, fore wing 3.9-6.0 mm, ovipositor sheath 4.0-7.0 mm.

Male : Similar to female.

Holotype : ♀, Sungkang, IX. 1984 (KSL & KCC). Paratypes : Fuli-Tungho, 1♀, 9-11. XI.1982 (KCC & SPH). Lushan, 1♀, 27-31.V.1980 (KSL & LYC). Meifeng, 1♀, 9-14.V.1979 (KSL); 1♀, 22-26.VI.1983(KSL & SCL); 3♀, V-VI, 1♀, VIII, & 1♀, X.1984 (KSL & KCC); &1♀, XI.1985 (KSL). Sungkang, 1♀2♂, X-XI.1984 (KSL & KCC); & 1♀, XII.1985 (KSL). Tayuling, 1♀, 10-16.VI.1980 (KSL & BHC). Tsuifeng, 1 ♂, 21.VI.1979 (KSL & BHC) ; 1♀, 3.VI.1980 (LYC & CCC) ; 1♂, 25-27.VI.1981 (KSL & WST) ; 1♂, 20.IV.1983 (KCC & SPH

); & 2♀, X-XI.1984 (KSL & KCC). Tungpu, 1♀, XII.1985 (KSL).

Distribution : Taiwan.

Host : Unknown.

Remarks : This species is related to *Charmon cruentatus* Haliday, but differs from it by the ocelli larger.

Etymology : Named after Taiwan.

Subfamily HOMOLOBINAE

The Homolobinae is characterized by the following combination of characters : occipital carina completely developed mediodorsally, mandible twisted apically, antescutal depression present, middle lobe of mesoscutum more or less rounded anteriorly and without a protruding horizontal part, lateral carina of mesoscutum present, vein r-m of fore wing present, vein a′ of hind wing absent, cell Rl of hind wing widened apically, and first metasomal tergum sessile. This subfamily consists of 2 tribes, Homolobini and Westwoodiellini(4). Only the tribe Homolobini occurs in Taiwan.

Tribe HOMOLOBINI van Achterberg

The tribe Homolobini is characterized by the following combination of characters : malar sulcus absent, apex of antenna with spine, anterior subalar depression with one carina, cell Rl of hind wing widened apically and vein 1/Rs of fore wing absent or obsolescent. It consists of 2 genera, *Exasticolus* van Achterberg and *Homolobus* Foerster(2). Only the genus *Homolobus* occurs in Taiwan.

Genus *Homolobus* Foerster

Phylax Wesmael, 1835. Nouv. Mem. Acad. Brux. 9 : 159 (nec Dahl, 1823). Type species : *Rogas annulicornis* Nees, by subsequent designation, designated by Haliday in Westwood, 1840.

Homolobus Foerster, 1862. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. 19 : 256. Type species : *Phylax discolor* Wesmael, by original designation. - van Achterberg, 1979.Tijdschr. Ent. 122 : 276. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 314.

Phylacter Reinhard, 1863. Berl. ent. Z. 7 : 248.

Apatia Enderlein 1920 Arch. Naturgesch. 84 A 11 : 219. Type species : *Apatia simillima* Enderlein, by original designation.

The genus *Homolobus* is characterized by the following combination of characters : eye weakly emarginate or almost immarginate at inner side; inner aspect of apex of metatibia without comb of bristles; vein 1/Rs+M of fore wing straight; tarsi without ventral row of setae. This genus contains five subgenera : *Apatia* Enderlein, *Chartolobus* van Achterberg, *Homolobus* Foerster, *Phylacter* Reinhard and *Oulophus* van Achterberg. Only the *Apatia* and *Chartolobus* have been known to occur in Taiwan. In this paper the other 3 genera are recorded from Taiwan for the first time. About 50 species are known worldwide, including

3 species in Taiwan[2,4,6,10-12]. In this papaer 9 species are added to the *Homolobus* fauna of Taiwan, of which 2 species are new to science.

Key to subgenera of the genus *Homolobus* from Taiwan
(Modified from van Achterberg[2])

1. At least protarsal claws with minute subapical tooth or lamella ······························ 2
-. Tarsal claws simple or nearly so, without tooth or lamella ················ *Apatia* Enderlein
2. Inner hind claw distinctly concave submedioventrally, its shape different from outer claw; antennal ridge of lst-4th flagellomeres strongly developed ··························· 3
-. Inner hind claw straight or convex submedioventrally, its shape similar to outer claw; antennal ridge of lst-4th flagellomeres absent or weakly developed ························ 4
3. Vein 1/1A of fore wing curved basally; basal third of vein Rs of hind wing curved and equally sclerotized as 1r-m ······································ *Chartolobus* van Achterberg
-. Vein 1/1A of fore wing straight basally; basal third of vein Rs of hind wing straight or weakly curved, much less sclerotized than 1r-m ························ *Homolobus* Foerster
4. Basal third of vein Rs of hind wing distinctly curved and sclerotized as vein 1r-m; vein Rl of hind wing rather strongly curved ·· *Phylacter* Reinhard.
-. Basal third of vein Rs of hind wing straight or rather curved and usually less sclerotized than 1r-m, if well sclerotized, then claws with small subapical tooth; vein Rl of hind wing straight or moderatelly curved ······································· *Oulophus* van Achterberg.

Subgenus *Apatia* Enderlein

Apatia Enderlein, 1920. Arch. Naturgesch. 84 A 11 : 219. Type species : *Apatia simillima* Enderlein, by original designation.

Homolobus (*Apatia*) : van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 277. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 426.

The diagnosis of the subgenus *Apatia* see van Achterberg[2]. This subgenus contains 14 species in the world, including 1 species in Taiwan. In this paper one species is added to the fauna of Taiwan.

Key to species of the subgenus *Apatia* from Taiwan

1. Vein r of hind wing present, at least posteriorly; vein 2/Sc+R almost quadrate ; tarsal claws pectinate ··· *elagabalus* (Nixon)
-. Vein r of hind wing absent; vein 2/Sc+R transverse, longer than wide; tarsal claws simple ·· *truncator* (Say)

Homolobus (*Apatia*) *elagabalus* (Nixon)
(Figs. 20, 32, 47)

Zele elagabalus Nixon, 1938. Bull. ent. Res. 29 : 417.

Homolobus (*Apatia*) *elagabalus* : van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 280.

Specimens examined : Silo, 1♀2♂, VII.1960 (KSL). Taipei, 2♀, 20.XII.1931 & 7♀1♂, 10.V.1933 ex *Selepta celtis* (JS); & 1♀, 5-10.XI.1960 (KSL).

Distribution : Mainland China, India, Philippines, Taiwan (new record) and Thailand.

Host : *Selepa celtis* Moore.

Homolobus (*Apatia*) *truncator* (Say)
(Figs. 33, 48)

Bracon truncator Say, 1828. Contrib. Maclur. Lyc. Philad. 2 : 381.
Phylax calcarator Wesmael, 1835. Nouv. Mem. Acad. Brux. 9 : 161.
Phylax melleus Cresson, 1872. Trans. Am. ent. Soc. 4 : 178.
Zele crassicalcaratus Viereck, 1905. Trans. Kans. Acad. Sci. 19 : 279.
Phylacter fuscitarsis Bengtsson, 1918. Acta Univ. Lund. (2) : 14 : 42.
Zele unicolor Enderlein, 1920. Arch. Naturgesch. 84A : 218.
Apatia simillima Enderlein, 1920. Arch. Naturgesch. 84A : 219.
Zele chlorophthalma Nixon, 1938. Bull. ent. Res. 29 : 420 (nec Spinola, 1808).
Homolobus (*Apatia*) *truncator* : van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 285. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 426.

Specimens examined : Taipei, 1♀, 2.III.1978 (KSL). Tungpu, 1♂, 16-20.IV.1984 (KCC & CHY). Wanfeng, 1♀, 9.II.1978 (KSL).

Distribution : Holarctic and Neotropical Regions, Mainland China, India, Philippines and Taiwan.

Hosts : *Agrotis ypsilon* Rottemberg, *Amathes smithii* (Snellen), *Ascotis selenaria* Schiffermuller & Denis, *Hypagyrtis piniata* (Packard), *Lycia zonaria* (Denis & Schiff.), *Porosagrotis orthogonia* (Morrison), *P. tristicula* (Morrison) and *Semiothisa bitactata* (Walker)[2,7].

Subgenus *Chartolobus* van Achterberg

Homolobus (*Chartolobus*) van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 304. Type species : *Zele infumator* Lyle, by original designation. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 425.

The diagnosis of the subgenus *Chartolobus* see van Achterberg[2]. This subgenus contains 3 species in the world, including 2 species in Taiwan.

Key to species of the subgenus *Chartolobus* from Taiwan

1. Vein 1a' of fore wing widened basally and apically if compared with surrounding veins; vein Rs of hind wing weakly curved basally ······················ *undulatus* van Achterberg
-. Vein 1a' of fore wing slender, not or slightly widened if compared with surrounding veins; vein Rs of hind wing rather strongly curved basally ························ *infumator* (Lyle)

Homolobus (Chartolobus) *infumator* (Lyle)
(Figs. 34, 49)

Zele infumator Lyle, 1914. Entomologist 47 : 288.
Phylacter wesmaeli Bengtsson, 1918. Acta Univ. Lund. (2)14 : 39.
Zele testaceator f. *japonica* Watanabe, 1932. Insecta matsum. 6 : 135.
Homolobus (*Chartolobus*) *infumator* : van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 305. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 425.

Specimens examined : Meifeng, 1♂, 26.VIII.1980 (KSL & CHW); 1♂, 5-9.X.1980 (CCC & CCCh); 1♂, 7.XI.1981 (SCL & WST); 1♂,VI, 1♀, VII, 2♀, VIII, 2♀8♂, IX, & 1♀1♂, X. 1984 (KSL & KCC); & 1♂, X.1985 (KSL). Sungkang, 1♂, 13-15.IX.1984 (KSL & SCL), 2♀ 4♂, IX, 4♀25♂, X, 3♀8♂, XI, & 1♂, XII.1984 (KSL & KCC); & 1♀6♂, X.1985(KSL). Tsuifeng, 1♂,VIII, 4♂, IX.1984(KSL & KCC); 6♂, X, 1♂, XII.1984(KSL & KCC).

Distribution : Holarctic, Neotropical and Oriental Regions.

Hosts : *Agonopterix alstroemeriana* (Clerck), *Alcis repandata* (L.), *Dendrolimus superans* (Butler), *Ematurga atomaria* (L.), *Lambdina fiscellaria* (Guenee), *L. somniaria* (Hulst), *Lycia zonaria* (Denis & Schiff.) and *Nepytia canosaria* (Walker)[2,7].

Homolobus (Chartolobus) *undulatus* van Achterberg
(Figs. 37, 50)

Homolobus (*Chartolobus*) *undulatus* van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 309.

Specimens examined : Chiapaotai, 1♀, 14-18.X.1980 (KSL & CHW). Tungpu, 1♂, 5-8. X.1981 (TL & WST); 3♂, 18-23.XI.1981 (TL & WST); 1♂, 6.XI.1981 (SCL & WST); 1♂, 18-21.X.1982 (KCC & SCL), 1♂, 13-16.XII.1982 (KCC & CCP); & 3♀12♂, XI-XII.1985 (KSL). Wuling, 1♀1♂, 27-29.VI.1979 (KSL & LYC) .

Distribution : Australian and Oriental Regions.

Host : Unknown.

Subgenus **Homolobus** Foerster

Homolobus Foerster, 1862. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. 19 : 256. Type species : *Phylax discolor* Wesmael, by original designation. - van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 311.

The diagnosis of the subgenus *Homolobus* see van Achterberg[2]. This subgenus contains 10 species in the world. In this paper 3 species is added to the fauna of Taiwan.

Key to species of the subgenus *Homolobus* from Taiwan

1. Vein r of hind wing present, tarsal claws with subapical tooth ································ 2
-. Vein r of hind wing absent, tarsal claws with ventral lamella··································

.... *watanabei* van Achterberg

2. Vein 2/Sc+R vertical; vein Rl of hind wing straight; head and metasoma brownish yellow .... *sinensis* Chen

-. Vein 2/Sc+R transverse, longer than wide; vein Rl of hind wing distinctly curved; head and metasoma blackish brown .... *rufiventralis* Maeto

Homolobus (Homolobus) rufiventralis Maeto
(Figs. 21, 36, 51)

Homolobus (Homolobus) rufiventralis Maeto, 1982. Kontyu 50 : 316.

Specimens examined : Sungkang, 2♀, XI-XII.1984 (KSL & KCC); & 3 ♂, IX-X.1985(KSL).

Distribution : Mainland China, Japan and Taiwan (new record).

Host : Unknown.

Homolobus (Homolobus) sinensis Chen
(Figs. 23, 39, 53)

Homolobus (Homolobus) sinensis Chen, 1991. Ent. Ber., Amst. 51 : 47.

Specimen examined : Tsuifeng, 1♀, XI.1985 (KSL).

Distribution : Mainland China and Taiwan (new record).

Host : Unknown.

Homolobus (Homolobus) watanabei van Achterberg
(Figs. 22, 35, 52)

Zele simplex Watanabe, 1932. Insecta matsum. 6 : 135 (nec Herrich-Schäffer, 1838).

Homolobus (Homolobus) simplex : van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 313. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 322.

Homolobus (Homolobus) watanabei van Achterberg, 1992. Zool. Med. 66 : 363.

Specimens examined : Meifeng, 1♂, 5-9.X.1980 (CCC & CCCh); 1♀, 24-26.VI.1981(KSL & WST) & 2♀, VI-VIII.1984 (KSL & KCC). Sungkang, 5♀2♂, X. 1984 (KSL & KCC); 4♀ 5♂, IX-X.1985 (KSL). Tungpu, 5♀1♂, X-XII.1985 (KSL).

Distribution : Japan and Taiwan (new record).

Host : Unknown.

Subgenus *Oulophus* van Achterberg

Homolobus (Oulophus) van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 327. Type species : *Homolobus armatus* van Achterberg, by original designation. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 428.

The diagnosis of the subgenus *Oulophus* see van Achterberg[2]. This subgenus contains 18 species in the world. In this paper 4 species is added to the fauna of Taiwan, of which 2 species are new to science.

Key to species of the subgenus *Oulophus* from Taiwan

1. Precoxal sulcus rugose-reticulate; vein r of hind wing absent 2
-. Precoxal sulcus smooth; vein r of hind wing present 3
2. Malar space comparatively long, 1.1-1.2 times basal width of mandible; hind coxa rugose-reticulate .... *sungkangensis* sp. n.
-. Malar space comparatively short, 0.5 times basal width of mandible; hind coxae punctulate .... *annulatus* van Achterberg
3. Ovipositor sheath short, 0.09-0.12 times fore wing; vein lcu-a of fore wing postfurcal and strongly inclivous .... *flagitator* (Curtis)
-. Ovipositor sheath comparatively long, 0.35 times fore wing; vein lcu-a of fore wing slightly antefurcal and almost vertical .... *longus* sp. n.

Homolobus (Oulophus) annulatus van Achterberg
(Figs. 24, 38, 54)

Homolobus (*Oulophus*) *annulatus* van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 342. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 430.

Specimen examined : Sungkang, 1♂, XI.1985 (KSL).
Distribution : India, Japan and Taiwan (new record).
Host : Unknown.

Homolobus (Oulophus) flagitator (Curtis)
(Figs. 25, 41, 55)

Zele flagitator Curtis 1837. Guide Br. Insects p. 119.
Zele geminator Lyle, 1914. Entomologist 47 : 289.
Helcon (*Zele*) *chlorophthalmus* Haliday, 1836. Ent. Mag. 3 : 142 (nec Spinola, 1808, and Nees, 1834).
Homolobus (*Oulophus*) *flagitator* : van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 334. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 428.

Specimens examined: Anmashan, 1♂, 6-9.VII.1979 (LYC). Lienhuachih, 1♀, XII.1984 (KSL & KCC). Meifeng, 3♀,VIII, 1♀1♂, IX. 1984 (KSL & KCC); 1♀, X, 2♀, XI, & 1♀, XII. 1985 (KSL). Sungkang, 1♂, IX, 3♀16♂, X, 14♀12♂, XI, & 70♀4♂, XII.1984 (KSL & KCC); & 4♀1♂, IX, 3♀13♂, X, 10♀11♂, XI, & 8♀, XII.1985 (KSL). Tayuling, 1♂, 12-15.IX. 1980 (KSL & CHW); 1♂, 18-23.XI.1981 (TL & WST). Tsuifeng, 1♀, VII, 8♀ 1♂, IX, 4♀ 10♂, X, 1♀1♂, XI, & 1♀, XII.1984 (KSL & KCC); 1♀, 5.VIII. 1984 (KSL), & 5♀, IX, 3♀ 1♂,X, & 5♀, XI.1985 (KSL).

Distribution: Holarctic region, Mainland China and Taiwan (new record).

Hosts: *Alcis repandata* (L.), *Campaea perlata* (Guenee), *Caripeta divisata* Walker, *Entephria caesiata* Lang, *Eupithecia longipalpata* Packard, *E. placidata* Packard, *E. unicolor* Hulst, *E. annulata* Hulst, *E. olivaceae* Taylor, *E. harrisonata* MacK., *Melanolophia* sp., *Nyctobia limitata* (Walker), *N. nigroangulata* Strecker, and *Oporinia pulchraria* (Minot)[2].

Homolobus (Oulophus) longus sp. n.

(Figs. 26, 40, 56)

Female: Head: 1.7 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 1.8 times as long as temple in lateral view. Temples directly narrowed posteriad, punctulate. Frons coriaceous laterally. POL: OD: OOL = 1 : 2.1 : 1.9. Vertex punctulate. Face rather flat 0.74 times as high as wide and 0.79 times as wide as eye height and 0.44 times as wide as head, punctulate, obliquelly or transversely rugose dorsally, coriaceous laterally; clypeus convex, remotely punctulate, apical margin almost straight medially, differentiated. Tentorial index 0.46. Malar space 0.60 times basal width of mandible. Antenna 47-segmented; first flagellomere 1.3 times as long as second; length of first, second and penultimate flagellomeres 3.6, 2.8 and 2.5 times their width, respectively. Occipital carina narrowly interrupted medially.

Mesosoma: 1.7 times as long as high. Pronotal side largely smooth, crenulate medioanteriorly and posteriorly, costate ventrally. Notauli well impressed, rather finely crenulate; mesonotum and mesopleuron punctulate. metapleuron largely smooth, but with some rugae ventrally; metapleural flange large, wide, with carina and rounded apically. Propodeum largely smooth, with some rugae medially; medial carina present anteriorly, areola irregularly developed.

Wings: Fore wing: Stigma 3.8 times as long as wide; basal posterior section of stigma 1.1 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs : 4/Rs= 1 : 2.2 : 8.3; 4/Rs curved anteriad; 2/Rs : 3/Rs : r-m : 2/M= 1 : 1.1 : 0.46 : 1.4; m-cu : 2/Rs+M=2.4 : 1; 1cu-a almost vertical, almost interstitial, not parallel to 3/Cu; 1/Cu: 2/Cu=0.08 : 1. Hind wing: r present, reclivous; 2/Sc+R transverse; R1 distinctly curved; basal third of Rs distinctly curved and unsclerotized; r-m : 1/M=0.84 : 1; 1/M subequal to Cu&cu-a; 1/Rs : 2/Rs=0.63 : 1.

Hind leg: Coxa smooth; tarsal claws with subapical tooth, setose basally. Length of femur, tibia and basitarsus 7.7, 11.7 and 10.3 times their width, respectively; tibial spurs 0.48 and 0.35 times as long as basitarsus.

Metasoma: First tergum 2.4 times as long as wide apically, smooth to superficially rugulose; dorsal carinae present in front of spiracles. Ovipositor sheath 0.35 times as long as fore wing.

Color: Reddish brown; stemmaticum black, apex of mandible dark brown, palpi brownish yellow, metasoma dark brown to black. Antenna reddish brown. Wings faintly brown; stigma and veins dark brown. Fore and middle leg brownish yellow; hind leg reddish brown, tarsus faintly brownish yellow. Ovipositor sheath dark brown.

Length : Body 9.0 mm, antenna 12.0 mm, fore wing 9.8 mm, ovipositor sheath 3.4 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Tsuifeng, XI.1984 (KSL & KCC).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown

Remarks: This species resembles *H.* (*Oulophus*) ***nepalensis*** van Achterberg, *H.* (*O.*) ***nipponensis*** van Achterberg, and *H.* (*O.*) ***occidentalis*** van Achterberg[2] in having the vein r of the hind wing present and the ovipostior sheath long. This species, however, differs from the three species mentioned above in having the the following combination of characters: Ovipositor sheath much shorter than metasoma, its length 0.35 times fore wing; length of vein 3/Rs of fore wing 2.2 times vein r-rs; face reddish brown; length of malar space 0.6 times basal width of mandible.

Etymology: ***Longus*** means long in Latin, refers to its longer ovipositor sheath.

Homolobus (Oulophus) sungkangensis sp. n.

(Figs. 10-18, 27, 44, 57)

Female : Head: 1.5-1.7 times as wide as long and 1.1-1.2 times wider than mesonotum, in dorsal view with occipital region deeply excavate. Eye 1.9-2.3 times as long as temple in lateral view. Temples directly narrowed posteriad, punctulate. Frons largely glabrous medially, punctulate laterally. POL : OD : OOL=1 : 1.0 : 1.7-1.8. Vertex punctulate. Face weakly convex 0.67-0.75 times as high as wide and 1.0 times as wide as eye height and 0.54-0.55 times as wide as head, densely punctate, striate dorsally; clypeus convex, rather sparsely punctate, apical margin almost straight medially, not differentiated, but weakly to strongly depressed ventrally, punctures denser and larger, sometimes with strigate. Tentorial index 0.67-0.78. Malar space 1.1-1.2 times basal width of mandible. Antenna 46-47-segmented; first flagellomere 1.2-1.3 times as long as second; length of first, second and penultimate flagellomeres 3.1-3.7, 2.7-2.9 and 1.3 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.5 times as long as high. Pronotal side rather smooth dorsally, crenulate medially and posteriorly, costate ventrally. Notauli will impressed, crenulate; mesonotum punctulate. Precoxal sulcus rugose-reticulate, disc of mesopleuron above precoxal sulcus rather densely punctate. Metapleuron largely rugose-reticulate, rather smooth dorsally; metapleural flange large, wide, without carina and rounded apically. Propodeum largely coarsely rugose-reticulate medially, anteriorly and posteriorly almost smooth; medial carina present anteriorly, areola irregularly developed, with weak tubercles laterally.

Wings: Fore wing: Stigma 3.9-4.1 times as long as wide; basal opsterior section of stigma 1.2 times apical posterior section of stigma; r-rs : 3/Rs : 4/Rs=1 : 0.72-0.94 : 4.9-5.5; 4/Rs almost straight; 2/Rs : 3/Rs : r-m: 2/M=1 : 0.68-0.78 : 0.63-0.68 : 1.3; m-cu: 2/Rs+M=1.4-1.8 : 1 : 1cu-a straight, postfurcal; 1/Cu: 2/Cu= 0.13-0.16 : 1. Hind wing: r absent; 2/Sc+R transverse; R1 weakly curved; basal third of Rs slightly curved and unsclerotized; r-m: 1/M =0.59-0.67 : 1; 1/M : Cu&cu-a=1.0-1.1 : 1.

Hind leg: Coxa rugose-reticulate; tarsal claws with truncate, large subapical tooth. Length of femur, tibia and basitarsus 6.8-7.9, 10.6-10.7 and 8.5-9.4 times their width,

respectively; tibial spurs 0.58-0.62 and 0.32-0.36 times as long as basitarsus.

Metasoma: First tergum narrowed posteriad, 3.8-4.1 times as long as wide apically, rugose-reticulat; dorsal carinae only distinct at extreme base. Ovipositor sheath 0.14-0.15 times as long as fore wing.

Color: Black; mandible dark brown, palpi dark brownish yellow. Antenna dark brown. Wings hyaline; stigma and veins dark brown. Legs dark brown; coxae black; hind leg darker, hind tarsus pale yellow, basal 0.4 of basitarsus blackish brown, telotarsus brown. Ovipositor sheath brownish yellow to dark brown.

Length: Body 7.5-8.5 mm, antenna 9.2-9.5 mm, fore wing 7.3-7.5 mm, ovipositor sheath 1.1 mm.

Male: Similar to female. Antenna 44-48-segmented.

Holotype: ♀, Sungkang, X. 1984 (KSL & KCC). Paratypes: Meifeng, 1♂, 25-27.VIII. 1980 (KSL & CHW); 1♂, 5-9.X.1980 (CCC & CCCh); & 1♂, IX.1984 (KSL & KCC). Sungkang, 10♂, IX, 1♀82♂, X, & 4♂, XI.1984 (KSL & KCC); 1♀19♂, IX, & 38♂, X. 1985 (KSL). Tsuifeng, 1♂, IX.1984 (KSL & KCC).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species related to *Homolobus* (*Oulophus*) *carbonator* (Shestakov)[2], but differs from it by the head in dorsal view with occipital region deeply excavate.

Etymology: Named after the type locality, Sungkang.

Subgenus *Phylacter* Reinhard

Phylax Wesmael, 1835. Nouv. Mem. Acad. Brux. 9 : 159 (nec Dahl, 1823). Type species: *Rogas annulicornis* Nees, by subsequent designation, designated by Haliday *in* Westwood, 1840).

Phylacter Reinhard, 1863. Berl. ent. Z. 7:248.

Homolobus (*Phylacter*): van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 321. - Maeto, 1982. Kontyu 50 : 427.

The diagnosis of the subgenus *Phylacter* see van Achterberg[2]. This subgenus contains 4 species in the world. In this paper one species is added to the fauna of Taiwan.

Homolobus (*Phylacter*) *bifurcatus* van Achterberg
(Figs. 28, 42, 58)

Homolobus (*Phylacter*) *bifurcatus* van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 322.

Specimens examined: Meifeng, 1♀, 23.IX-2.X.1979 (KSL); 1♂, X.1985 (KSL). Sungkang, 2♀1♂, X, & 1♀, XI.1984 (SKL & KCC); 2♂, X.1985 (KSL).

Distribution: Burma, Mainland China, India, Nepal and Taiwan (new record).

Host: Unknown.

Subfamily XIPHOZELINAE

The Xiphozelinae is characterized by the following combination of characters: laterope round, deep and far removed from base of first metasomal tergum; and vein Cu&cu-a of hind wing very long and strongly inclivous. The subfamily contains two genera, *Distilirella* van Achterberg and *Xiphozele* Cameron[1]. Both two genera occur in Taiwan, of which the *Distilirella* are new to Taiwan.

Key to genera of Xiphozelinae

1. Occipital carina far removed from hypostomal carina ventrally; vein lr-m of hind wing straight; vein lcu-a of fore wing with sclerome; scutellum without lateral carina ········ ·· *Xiphozele* Cameron

-. Occipital carina reaching hypostomal carina ventrally; vein lr-m of hind wing strongly curved; vein lcu-a of fore wing without sclerome; scutellum with lateral carina ··········· ··· *Distilirella* van Achterberg

Genus *Distilirella* Cameron

Distilirella van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 38. Type species: *Distilirella curvinervosa* van Achterberg, by original designation. - He, 1985. Acta. Agr. Univ. Zhejiangensis 11 : 327.

The genus *Distilirella* is characterized by the following combination of characters: occipital carina reaching hypostomal carina ventrally; scutellum with lateral carina; vein lcua of fore wing straight, without sclerome; vein r-m and Rl of hind wing strongly curved; tarsal claws of female with submedial lamella at which another subapical lobe situated. It contains 2 species in the world[1,8]. In this paper one new species is described from Taiwan.

Distilirella taiwanensis sp. n.
(Figs. 29, 43, 59)

Female: Head: 2.0 times as wide as long and 1.6 times wider than mesonotum. Eye 2.7 times as long as temple in lateral view. Temples roundly narrowed posteriad, punctulate. Frons punctate-reticulate laterally. POL: OD: OOL = 1 : 1.0 : 0.95. Vertex punctulate, rather densely punctate between ocelli and eye. Face rather flat 0.67 times as high as wide and 1.1 times as wide as eye height and 0.48 times as wide as head, densely punctate and rather superficially rugulose medially and dorsally; clypeus convex, punctulate, apical margin almost straight. Tentorial index 0.65. Malar space 0.88 times basal width of mandible; malar sulcus absent. Antenna 55-segmented; first flagellomere 1.4 times as long as second; length of first, second and penultimate flagellomeres 5.0, 3.6 and 3.3 times their width, respectively. Occipital carina present laterally, absent dorsally.

Mesosoma: 1.5 times as long as high. Pronotal side largely smooth, ventrally superficially costulate. Notauli well impressed, smooth anteriorly, superficially crenulate posterior-

ly; mesoscutum densely punctulate; scutellum costulate submedially; side of scutellum rugose posteriorly. Epicnemial carina far removed from anterior margin of mesopleuron; precoxal sulcus reticulate anteriorly, punctate posteriorly; rest of mesopleuron largely punctulate. Metanotum with weakly developed medial carina and pair of sub-parallel carinae submedially. Metapleuron smooth dorsally, rugose-reticulate ventrally. Propodeum with longitudinal median carina, but broken medially; anteriorly densely punctate; mediolaterally with oblique rugosity; posteriorly rather smooth, with submedial and lateral carinae.

Wings: Fore wing: Stigma 5.0 times as long as wide; basal posterior section of stigma 0.6 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs : 4/Rs=1 : 1.1 : 3.6; 4/Rs curved anteriad; 2/Rs : 3/Rs: r-m: 2/M=1 : 1.1 : 1.0 : 2.0; m-cu: 2/Rs+M=1.5 : 1; 1cu-a slightly inclivous, interstitial. Hind wing: r present; 2/Sc+R vertical; Rs curved basally and sclerotized; r-m: 1/M=0.50 : 1; 1/M : Cu&cu-a=1.2 : 1; 1/Rs : 2/Rs=1.3 : 1.

Hind leg: Coxa punctulate. Length of femur, tibia and basitarsus 9.7, 14.9 and 12.5 times their width, respectively; tibial spurs 0.68 and 0.56 times as long as basitarsus.

Metasoma: First tergum 6.2 times as long as wide apically, largely smooth; dorsal carinae absent; flat in front of spiracles and convex behind spiracles, spiracle slightly protruding. Ovipositor sheath 0.09 times as long as fore wing.

Color: Brownish yellow; stemmaticum and tips of mandible blackish brown, mesoscutal lobes medially more of less dark brown. Antenna brownish yellow. Wings hyaline; stigma yellowish brown, veins dark brown. Legs brownish yellow, basal three hind tarsal segments whitish yellow. Ovipositor sheath blackish brown.

Length: Body 15.0 mm, antenna 18.5 mm, fore wing 12.9 mm, ovipositor sheath 1.1 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Tsuifeng, VI.1984 (KSL & KCC).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from *D. curvinervosa* van Achterberg[1] by the scutellum costulate submedially, side of scutellum rugose posteriorly, and the sculptures of the propodeum.

Etymology: Named after Taiwan.

Genus *Xiphozele* Cameron

Xiphozele Cameron, 1906. Entomologist 39 : 204. Type species: *Xiphozele compressiventris* Cameron, by monotypy. - van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 34.

Cerotopia Enderlein, 1918. Arch. Naturgesch. 84A (11) : 219. Type species: *Cerotopia corneimacula* Enderlein, by original designation.

The genus *Xiphozele* is characterized by the following combination of characters: occipital carina far removed from hypostomal carina ventrally; epicnemial carina reach anterior margin of mesopleuron; scutellum without lateral carina; vein 1cu-a of fore wing

abruptly bent distad and with sclerome; vein lr-m of hind wing straight; vein Rl of hind wing weakly curved; tarsal claws of female with only one submedial lamella. It contains 3 species in the world, including 1 species in Taiwan[1,16].

Xiphozele compressiventris Cameron
(Figs. 30, 45, 60)

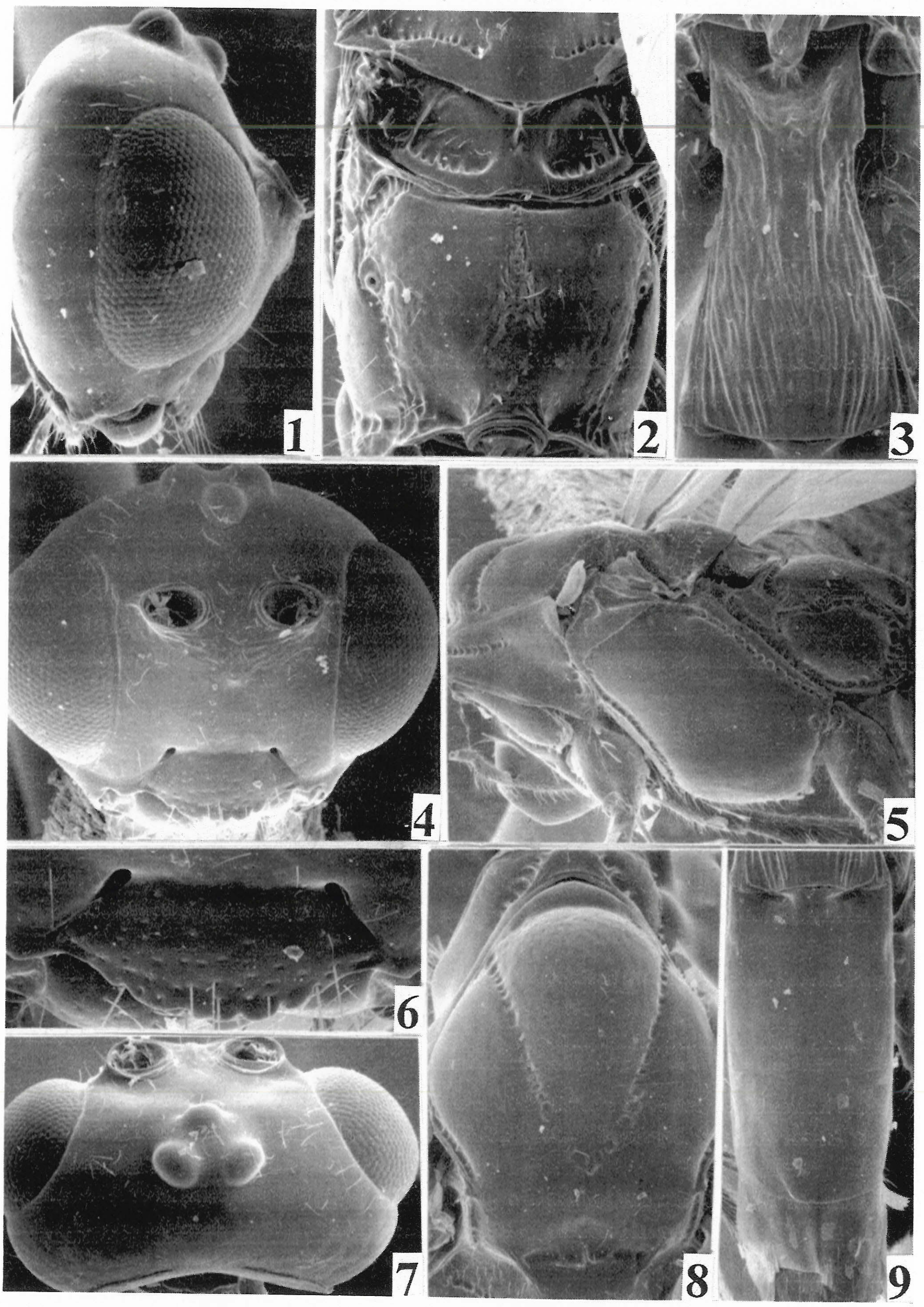
Xiphozele compressiventris Cameron, 1906. Entomologist 39 : 205. - van Achterberg, 1979. Tijdschr. Ent. 122 : 35.

Cerotopia corneimacula Enderlein, 1918. Arch. Naturgesch. 84A (11) : 220.

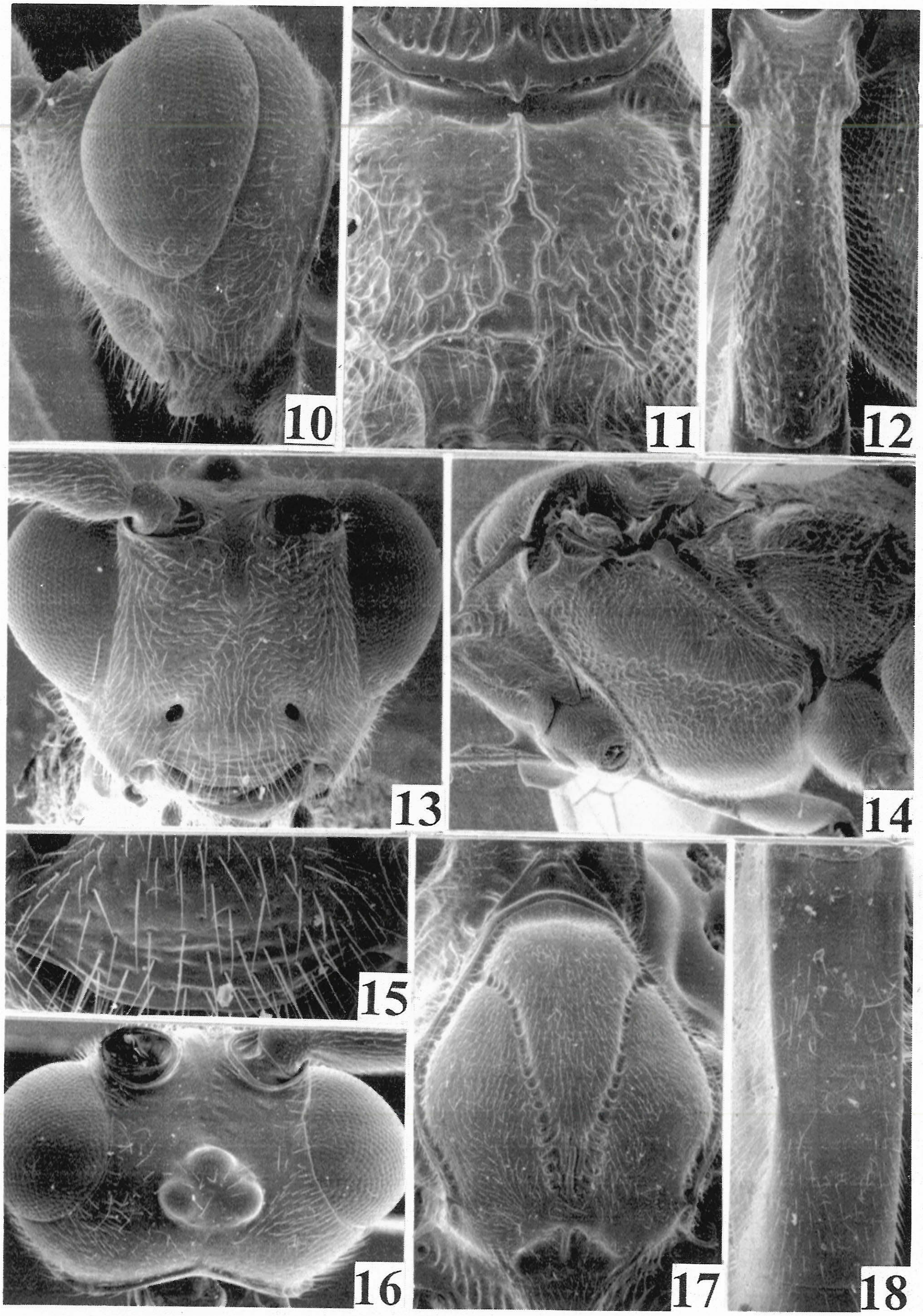
Specimens examined: Chiayi, 2♀, X.1973 (Malaise trap). Hualien, 1♀, XI.1972 (Malaise trap). Kuandouchi, 1♀1♂, IX.1970 (Malaise trap). Lienhuachih, 1♀, IX.1984 (KSL & KCC). Sungkang, 1♀, X.1984 (KSL & KCC). Sunmoonlake, 2♀, VIII, & 1♀1♂, IX. 1970 (Malaise trap). Wanfeng, 5♀1♂, VIII. 1984 (KCC). Wufeng, 1♂, VII, 4♀, VIII, 6♀, IX, 3♀, X, 3♀, XI, & 1♀, XII.1979 (KCC).

Distribution: Mainland China, Indonesia, Japan, New Guinea, Sarawak, Sri Lanka, Taiwan.

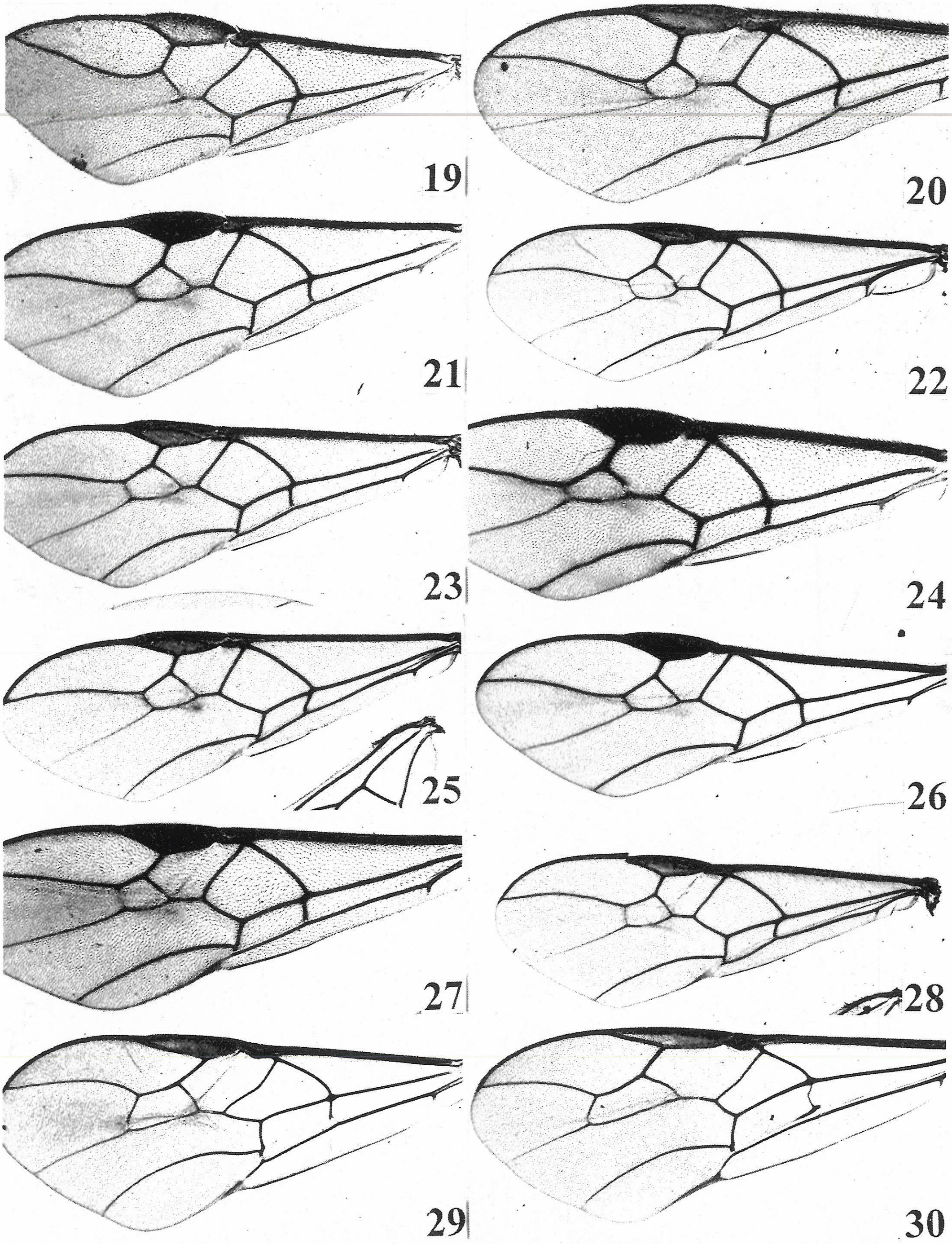
Host: *Ophiusa simillima* Guenee[1].



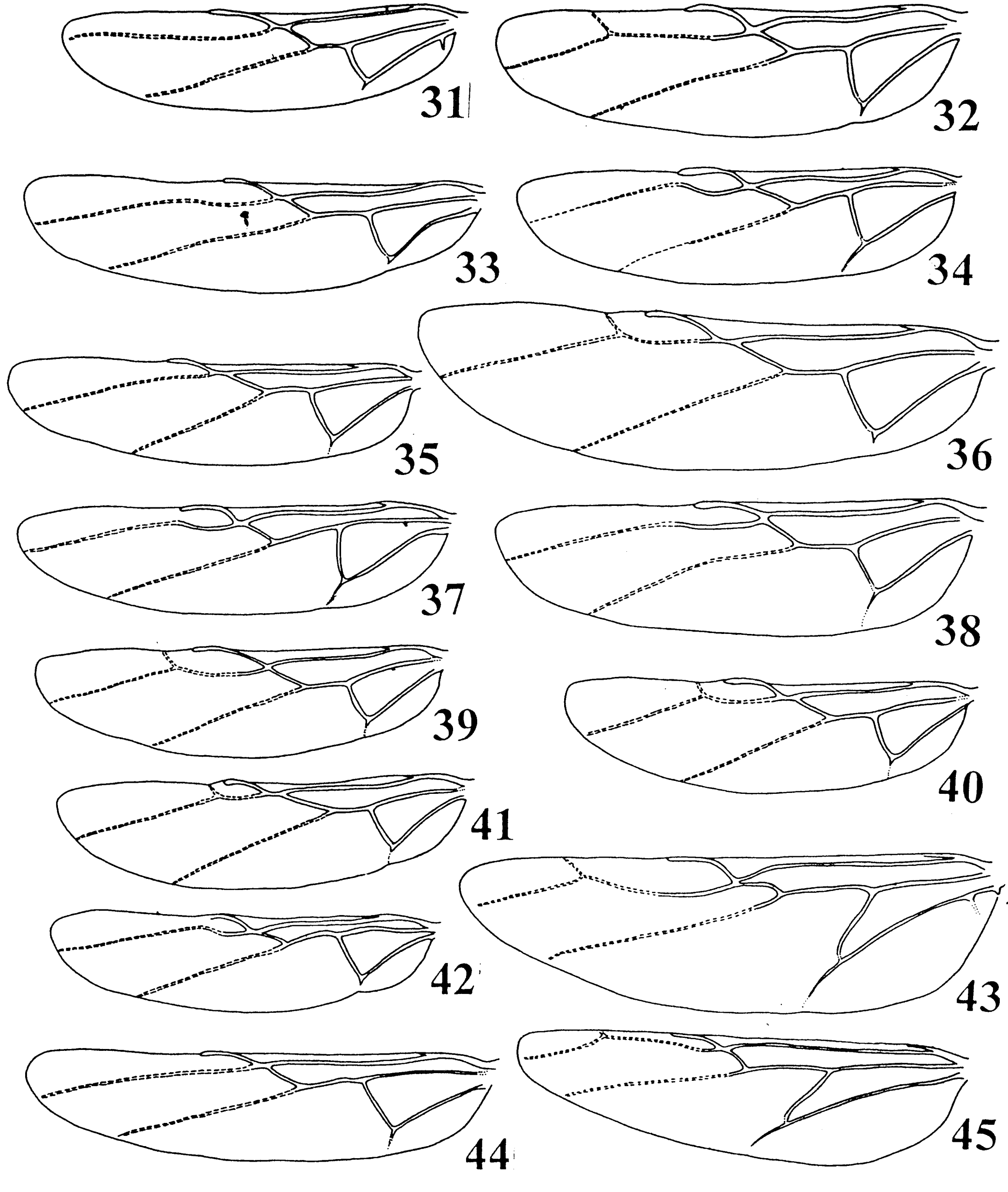
Figs. 1–9. *Charmon taiwanensis* sp. n. (♀) : 1, lateral view of head; 2, dorsal view of metanotum and propodeum; 3, dorsal view of first metasomal tergum; 4, frontal view of head; 5, lateral view of mesosoma; 6, frontal view of clypeus; 7, dorsal view of head; 8, dorsal view of mesoscutum; 9, dorsal view of second and third metasomal terga.



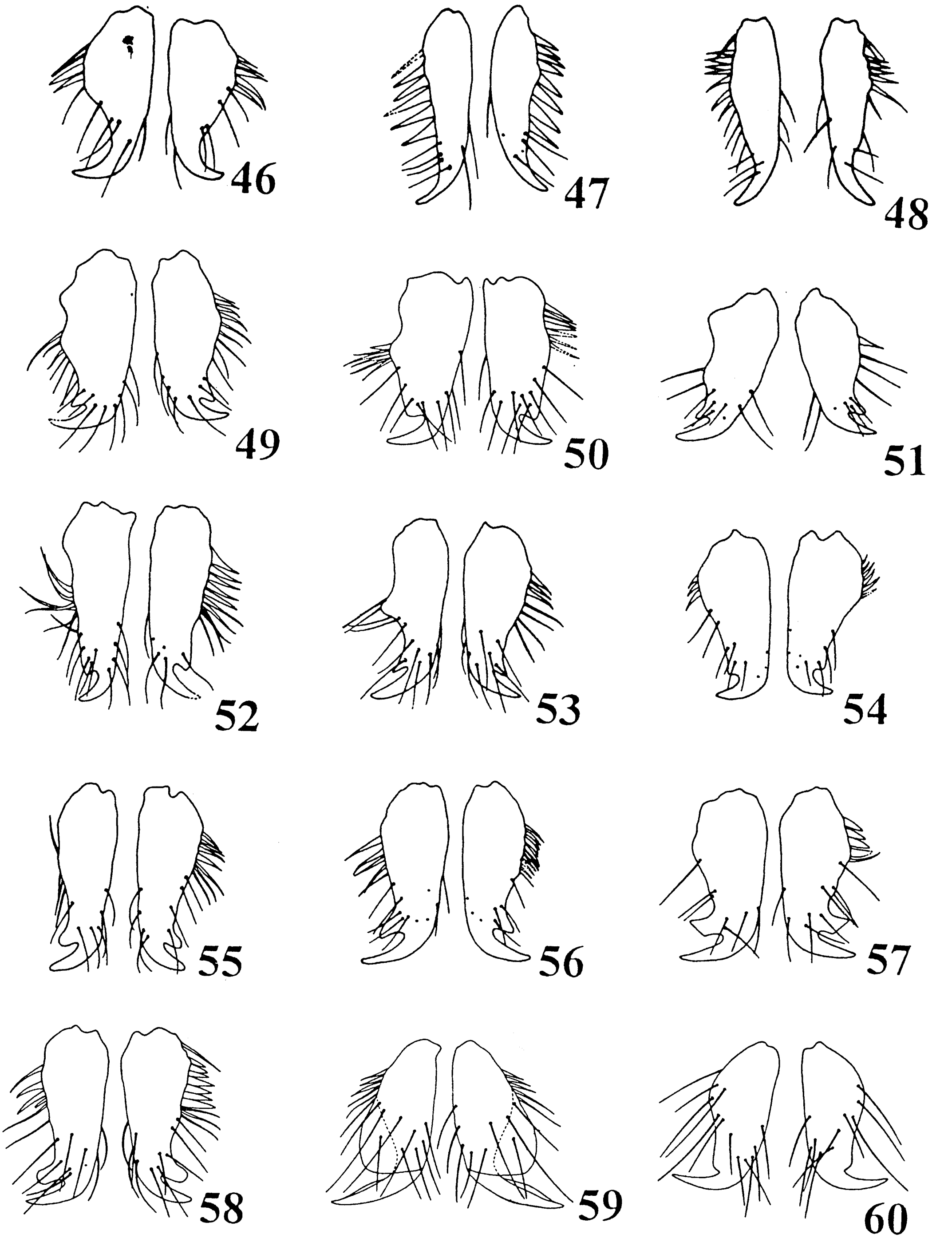
Figs. 10–18. *Homolobus* (*Oulophus*) *sungkangensis* sp. n. (♀): 10, lateral view of head; 11, dorsal view of metanotum and propodeum; 12, dorsal view of first metasomal tergum; 13, frontal view of head; 14, lateral view of mesosoma; 15, frontal view of clypeus; 16, dorsal view of head; 17, dorsal view of mesoscutum; 18, dorsal view of second and third metasomal terga.



Figs. 19–30. Fore wings (♀): 19, *Charmon taiwanensis* sp. n.; 20, *Homolobus elagabalus* (Nixon); 21, *H. rufiventralis* Maeto; 22, *H. watanabei* van Achterberg;23, *H. sinensis* Chen; 24, *H. annulatus* van Achterberg; 25, *H. flagitator* (Curtis);26, *H. longus* sp. n.; 27, *H. sungkangensis* sp. n.;28, *H. bifurcatus* van Achterberg;29, *Distilirella taiwanensis* sp. n.; 30, *Xiphozele compressiventris* Cameron.



Figs. 31–45. Hind wings (♀): 31, *Charmon taiwanensis* sp. n.; 32, *Homolobus elagabalus* (Nixon); 33, *H. truncator* (Say); 34, *H. infumator* (Lyle); 35, *H. watanabei* van Achterberg; 36, *H. rufiventralis* Maeto; 37, *H. undulatus* van Achterberg; 38, *H. annulatus* van Achterberg; 39, *H. sinensis* Chen; 40, *H. longus* sp. n.; 41, *H. flagitator* (Curtis); 42, *H. bifurcatus* van Achterberg; 43, *Distilirella taiwanensis* sp. n.; 44, *H. sungkangensis* sp. n.; 45, *Xiphozele compressiventris* Cameron.



Figs. 46–60. Inner (left) and outer (right) hind claws (♀): 46, *Charmon taiwanensis* sp. n.; 47, *Homolobus elagabalus* (Nixon); 48, *H. truncator* (Say); 49, *H. infumator* (Lyle); 50, *H. undulatus* van Achterberg; 51, *H. rufiventralis* Maeto; 52, *H. watanabei* van Achterberg; 53, *H. sinensis* Chen; 54, *H. annulatus* van Achterberg; 55, *H. flagitator* (Curtis); 56, *H. longus* sp. n.; 57, *H. sungkangensis* sp. n.; 58, *H. bifurcatus* van Achterberg; 59, *Distilirella taiwanensis* sp. n.; 60, *Xiphozele compressiventris* Cameron.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their cordial thanks to Mr. Chen-yu Wong for the hind claw drawings. This paper is part of the thesis of the senior author submitted to the National Taiwan University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Agriculture.

REFERENCES

1. Achterberg, C. van. 1979. A revision of the new subfamily Xiphozelinae (Hymenoptera, Braconidae). Tijdschr. Ent. 122(2) : 29-46.
2. Achterberg, C. van. 1979. A revision of the subfamily Zelinae auct. (Hymenoptera, Braconidae). Tijdschr. Ent. 122(7) : 241-479.
3. Achterberg, C. van. 1988. Revision of the subfamily Blacinae Foerster (Hymenoptera: Braconidae). Zool. Verh. 249 : 1-324.
4. Achterberg, C. van. 1992. Revisionary notes on the subfamily Homolobinae (Hymenoptera: Braconidae). Zool. Med. 66(25) : 359—368.
5. Achterberg. C. van. 1993. Illustrated key to the subfamilies of the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). Zool. Verh. 283 : 1-189
6. Chen, X. X. 1991. A new species of the genus *Homolobus* Foerster from China, with a checklist of the Chinese species (Hymenoptera: Braconidae). Ent. Ber., Amst. 51(4) : 47-49
7. Chen, X. X., J. H. He, and Y. Ma. 1991. The genus *Homolobus* Foerster of China (Hymenoptera: Braconidae). Acta. Agr. Univ. Zheijangensis 17(2) : 192-196 (in Chinese).
8. He, J. H. 1985. Description of a new species of *Distilirella* Achterberg (Hymenoptera: Braconidae). Acta. Agr. Univ. Zhejiangensis 11(3) : 327-329 (in Chinese) .
9. Huber, J. T., and M. J. Sharkey. 1993. Structure. pp. 13-59. *in* Goulet, H., and J.T. Huber (eds.). Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada, Ottawa. 668 pp.
10. Maeto, K. 1982. The genus *Homolobus* Foerster of Japan (Hymenoptera: Braconidae). I. subgenus *Homolobus.* Kontyu 50(2) : 314-323.
11. Maeto, K. 1992. The genus *Homolobus* Foerster of Japan (Hymenoptera: Braconidae). II. subgenera *Chartolobus, Apatia, Phylacter* and *Oulophus.* Kontyu 50(2) : 425-433.
12. Maeto, K. 1982. A new species of the genus *Homolobus* (Hymenoptera, Braconidae) from New Guinea. Kontyu 50(4) : 527-530.
13. Papp, J. 1983. Braconidae (Hymenoptera) from Mongolia. IX. Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 29(4) : 441-449.
14. Quicke, D. J. L., and C. van Achterberg. 1990. Phylogeny of the subfamilies of the family Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). Zool. Verh. 258 : 1-95.
15. Wahl, D. B., and M. J. Sharkey. 1993. Syperfamily Ichneumonoidea. pp. 358-509. *in* Goulet, H., and J. T. Huber (eds.). Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada, Ottawa. 668 pp.
16. You, L. S., Z. H. Zhou, and X. W. Tong. 1990. Description of *Xiphozele* Cameron in Hunan and Guangxi (Hymenoptera: Braconidae: Xiphozelinae). J. Hunan Agr. Coll. 16(2) : 150-152 (in Chinese).

臺灣小繭蜂科（膜翅目）之分類
VI.喜悅繭蜂亞科、滑胸繭蜂亞科及刀腹繭蜂亞科[1]

周 樑 鎰[2] 許 洞 慶[3]

摘 要

喜悅繭蜂亞科(Charmontinae)、滑胸繭蜂亞科(Homolobinae)及刀腹繭蜂亞科（Xiphozelinae）隸膜翅目、小繭蜂科，乃鱗翅目昆蟲之天敵。本文共記錄臺灣產之 1 種喜悅繭蜂、12種滑胸繭蜂及 2 種刀腹繭蜂，其中有 4 新種與 7 臺灣新記錄種。文中並附分屬與種檢索表，及形質圖。

關鍵詞：喜悅繭蜂亞科、滑胸繭蜂亞科、刀腹繭蜂亞科、分類、臺灣。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1805 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學植物病蟲害學研究所教授。臺北市羅斯福路四段。

中華農業研究

第四十四卷　第三期

中華民國八十四年九月出版

發行人：林俊義

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
王強生　呂秀英　郭益全　陳一心
楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　沈再發　林昭雄　施昭彰
徐信次　曹幸之　劉政道　歐錫坤

農化組：連　深（主審）
王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）
王惠亮　林正忠　張清安　程永雄
黃秋雄　蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝
陳健忠　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
陳加忠　黃禮棟　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 44, No. 3 Sep. 1995

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chien-Yi Lin

EDITOR IN CHIEF : Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Shen Lian (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Machinery)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)
Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Chin-An Chang	Bing-Huei Chen	Chia-Chung Chen
Chien-Chung Chen	Yi-Shin Chen	Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng	Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo	Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu
Chiou-Hsiung Huang	Li-Duhng Huarng	Yih-Chuan Kuo
Cheng-Chung Lin	Chao-Hsiung Lin	Tsung-dao Liou
Dah-Jiang Liu	Huey-Ing Liu	Sin-Tie Liu
Hsiu-Ying Lu	Shyi-Kuan Ou	Tzay-Fa Sheen
Jau-Chang Shih	Tsai-Wang Tsai	Wu-Hsiung Tsai
Shing-Jy Tsao	Hsin-Sheng Tsay	Chan-Sen Wang
Chin-Liang Wang	Chong-Ho Wang	Chi-Guang Wu
Chwen-Ming Yang	Der-Nung Wang	

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853840054

Vol. 44, No. 3 Sep. 1995

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Estimation of Optimum Plot Size and Replicates Number Using Data from Rice Uniformity Trials
……Chun-Tang Lu, Hsiu-Ying Lu and Tung-Hai Tseng…229

Identification of Heterotic Patterns with Inbred Line Testers in Maize ……Chang-Lee Ho and Hung-Shung Lu…242

Optimization of Random Amplified Polymorphic DNA Analysis System for Maize (*Zea mays* L.) Genetic Diversity
……Shu Chen and Kae-Kang Hwu…251

Effects of Different Elevations and Harvesting Dates on the Characteristics, Yield, and Component of *Bupleurum* spp. in Taiwan
……Sin-Yie Liu, Jau-Yueh Wang, Huey-Ing Liu and Li-Mei Song…258

Tissue Culture of *Anoectochilus formosanus* Hayata
I. Studies on the Improvement of Seed Germination
……Yih-Juh Shiau, Uei-Chin Chen, Chia-Yi Lu and Hsin-Sheng Tasy…279

'Tainung No. 13' Pineapple ……Ching-Chyn Chang…287

Microbial Dynamics in Chicken Feces-Saw Dust Compost
……Chi-Guang Wu, Yen-Sher Liu and Shiuan-Yuh Chien…297

Performance of the Resistance Moisture Meters for Rough Rice ……Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao…313

Experiment and Improvement of the Pruning Machine for Fruit Orchard
……Long-Hu Lu, Lien-Sheng Liang and Yong-Hsing Teng…335

Pictorial Key to the Pest Species of Thrips in Taiwan
……Chin-Ling Wang and Laurence A. Mound…344

The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan
VI. Charmontinae, Homolobinae and Xiphozelinae
……Liang-Yih Chou and Tung-Ching Hsu…357

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China